

Masteroppgave i geofag

Elvelandskap og inngrep

*Klassifisering av elvelandskap og analyse over
inngrepsgrad i Gaula*

Marianne Myhre



UNIVERSITETET I OSLO

DET MATEMATISK-NATURVITENSKAPELIGE FAKULTET

Elvelandskap og inngrep

*Klassifisering av elvelandskap og analyse over inngrepsgrad i
Gaula*

Marianne Myhre



Masteroppgave i geofag

Studieretning: Naturgeografi, hydrologi og geomatikk

Institutt for geofag

Matematisk-naturvitenskaplig fakultet

UNIVERSITETET I OSLO

15. desember 2005

© **Marianne Myhre, 2005**

Veiledere: Kjell Nordseth, UiO og Tharan Åse Fergus, NVE

Forsidefoto: Bjørgan, sett oppstrøms mot Moen. (M. Myhre, 8.6.2005)

Dette eksamensarbeidet er publisert elektronisk i DUO – Digitale Utgivelser ved UiO

<http://www.duo.uio.no>

Det er også katalogisert i BIBSYS (<http://www.bibsys.no/>)

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted,
in any form or by any means, without permission

Forord

Denne oppgaven er en del av Masterstudiet på institutt for geofag ved Universitetet i Oslo. Hovedveileder, førsteamanuensis Kjell Nordseth, var med på utformingen av oppgaven. Testvassdraget ble videre valgt sammen med medveileder Tharan Fergus, senioringeniør NVE. Jeg ønsker å takke begge for god veiledning, samtaler og innspill til oppgaven. Også takk til NVE for finansiering av befarings.

Takk til Einar Sæterbø, NVE Midt-Norge, som var med på befarings 7. juni. Også takk til Trude Skaret Krogstad som gav meg tilgang på inngrepsfilen som brukes i kartpresentasjonen.

Ingeborg – Tusen takk for godt samarbeid under hele masterstudiet. ”Næste gang ska’ æ Kvile på Åland”.

Mette og Karen - Takk for tilbakemeldinger!

Thomas - Jeg kjenner ingen som er så tålmodig og snill som deg.

Til sist - en stor takk til venner og familie som ikke har mistet troen på meg i en lang studietid. Det ville vært vanskelig, om ikke umulig, å fullføre uten støtte fra dere!

Oslo, 15. desember 2005

Marianne Myhre

Sammendrag

Oppgaven presenterer et klassifiseringssystem for inndeling av elvelandskapstyper langs vassdrag, og er utviklet for at det skal kunne brukes på ulike typer vassdrag. Antall elvelandskapstyper kan variere etter representativitet av planmønster og naturtyper, og det er bevisst dannet klasser som ikke er registrert i testvassdraget for å gjenspeile diversiteten i norske vassdrag.

Elvelandskap (eng.: riverscape) defineres etter elvens planmønster og omkringliggende naturtype. Strekninger langs en elv deles inn etter planmønster, gradient/sediment og naturtype, og planmønsteret bestemmer strekningenes lengde. Gradient regnes ut etter vassdragsnivellelement som høydeforskjell over løpslengde. Sediment registreres ved befaring, og den representative kornstørrelse for strekningen registreres. Naturtype kartlegges etter den dominerende naturtypen i strekningen. Elvelandskapstypenes utstrekning lateralt bestemmes av 100års-flomsonen, og flomsonekart vises i NVE Atlas. På steder der flomsoner ikke finnes, er den laterale utstrekningen til elvelandskapet bestemt ved skjønn. M711-kartserien (1:50 000) brukes som hovedverktøy til klassifiseringsarbeidet, og flyfoto og befaring brukes som supplement der klassifiseringen er usikker. Samtidig brukes flyfoto som kontroll av metode.

Klassifiseringssystemet er testet ut på Gaula i Sør-Trøndelag. Klassifiseringen følger Gaulas hovedløp, og sideelvene er ikke tatt med i denne registreringen. Det er registrert 13 ulike elvelandskapstyper i Gaula. Elvelandskapstypene er definert etter likheter og forskjeller fra strekningene som er registrert i klassifiseringsarbeidet. Strekninger av samme elvelandskapstype er sammenlignet med hverandre for å kontrollere at de passer inn i samme elvelandskapstype. Denne kontrollen er utført på M711-kartserien. Likheten viser at inndelingen av elvelandskapstyper i Gaula er tilfredsstillende. Resultatet fra klassifiseringen viser at det er elvelandskapstypene *anastomoserende løp med elveslette - variert skog* (type 3), *tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog* (type 7),

stryk/foss - løvskog (myr) (type 11), *gjel - skog* (type 12) og *delta/vifte - jordbruk* (type 13) som er hyppigst representert i Gaula.

Strekningene fra klassifiseringsarbeidet settes opp mot inngrep utført av NVE, registrert i NVE Atlas. Det er i hovedsak sikringstiltak som er registrert. Analysen omhandler i hvilken grad elvelandskapstyper er påvirket av inngrep. Når strekningene er gitt inngrepsgrad, sammenlignes strekninger av samme elvelandskapstype for å definere elvelandskapstypenes generelle påvirkning fra inngrep i vassdraget. Strekninger med **ingen** og **liten** påvirkningsgrad vektlegges for å vurdere hvorvidt det finnes elvelandskapstyper uten påvirkning fra inngrep.

Inngrepsgrad er vektet etter modell fra ”*Inngrepsindikator for vassdrag - perspektiver og muligheter*” (Voksø et al. 1996). Inngrep gis indeks (tall) etter type, størrelse (utstrekning) og avstand til elven. Antall registrerte inngrep og deres indekser i en strekning viser til strekningens inngrepssum. Inngrepssummen bestemmer i hvilken grad elvestrekninger er påvirket av inngrep. Inngrepssum viser til **ingen**, **liten**, **middels** og **stor** påvirkningsgrad fra inngrep. Inngrepsfrie strekninger defineres her som strekninger med **ingen** og **liten** påvirkningsgrad. Det er også lagt til grunn en deskriptiv analyse over strekningene med **ingen** og **liten** påvirkningsgrad for å definere inngrepsfrie elvelandskapstyper.

Strekninger med **liten** påvirkning fra inngrep er konsentrert til Gaulas øvre deler, fra Ålen til Gaulhåen. Inngrep registrert i NVE Atlas er mindre fremtredende her. I Gaula er det elvelandskapstypene *meanderende løp i myr* (type 1), *anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr* (type 4), *tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog* (type 7) og *stryk/foss – løvskog (myr)* (type 11) som defineres som inngrepsfrie etter denne fremgangsmåten.

Innhold

FORORD.....	I
SAMMENDRAG.....	II
INNHold.....	IV
1. INNLEDNING.....	1
1.1 BAKGRUNN OG MOTIVASJON.....	1
1.2 PROBLEMSTILLING OG MÅL	2
1.3 AVGRENSNING.....	4
2. TEORL.....	5
2.1 KLASSIFISERINGSTEORI	5
2.1.1 Internasjonale klassifiseringssystem.....	6
2.1.2 Norske klassifiseringssystem.....	8
2.2 KVALITETSSIKRING OG DETALJERINGSGRAD.....	10
2.3 FLUVIALGEOMORFOLOGI.....	11
2.3.1 Planmønster.....	12
2.4 SEDIMENT OG GRADIENT	17
2.5 NATURTYPER.....	20
2.6 INNGREP I VASSDRAG.....	21
2.7 VASSDRAGSFORVALTNING.....	27
3. METODE.....	29
3.1 KLASSIFISERING AV ELVESTREKNINGER	29
3.2 INNGREPSGRAD.....	33

Innhold

4. TESTVASSDRAG.....	37
4.1 SKILDRING AV GAULA	37
4.2 BEFARING.....	46
5. RESULTATER.....	47
5.1 PLANMØNSTER	47
5.2 GRADIENT OG SEDIMENT	50
5.3 NATURTYPER	51
5.4 ELVELANDSKAPSTYPER.....	52
5.5 INNGREP	54
5.6 ELVELANDSKAPSTYPE MOT INNGREP	55
5.7 INNGREPSGRAD	58
5.8 INNGREPSSTATUS	61
6. DISKUSJON.....	65
6.1 KLASSIFISERINGSSYSTEMET	65
6.2 KLASSIFISERINGSVERKTØY	71
6.3 INNGREPSGRAD	73
6.4 ELVELANDSKAPSTYPER OG DERES VERDI.....	79
6.5 FORBEDRING OG VIDEREFØRING.....	84
7. KONKLUSJON.....	85
KILDELISTE.....	87
VEDLEGG.....	93

1. Innledning

På Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) sine nettsider står det:

”Norge har en særpreget og svært variert vassdragsnatur. Store kontraster gir stort mangfold i vassdragstyper, både med hensyn til økologi og landskap. Det er også et særtrekk at vi fortsatt har mye urørt vassdragsnatur, med vassdrag og vassdragsstrekninger uten tyngre tekniske inngrep. Urørthet blir stadig viktigere som verdi, samtidig som bruken av vassdrag og arealene langs dem medfører inngrep” (Smith-Meyer, 2005).

Oppgaven omhandler klassifisering av elvelandskapstyper og deres påvirkningsgrad fra sikringstiltak utført av NVE. NVE sine sikringstiltak er registrert i en database (VT-planer), og disse vises på NVEs kartportal på Internett (NVE Atlas) (NVE, 2005). Elvelandskapstyper klassifiseres etter et fluvialgeomorfologisk klassifiseringssystem. Inngrepsgrad vektes etter Voksø et al. (1996) sin modell.

1.1 Bakgrunn og motivasjon

Restaurering av vassdrag har vært et tema innen forvaltning de siste årene. Med restaurering ønsker man å føre vassdrag tilbake til naturtilstanden og å bøte på negative konsekvenser fra tidligere inngrep. Det er et ønske om å bevare

økologisk mangfold samt bedre vannkvaliteten i vassdragene. I sammenheng med dette har NVE ønsket en oversikt over effekten av deres sikringstiltak på vassdrag.

Sikringstiltak viser til tiltak mot flom og erosjon.

For å nå målet om økologisk mangfold er det viktig å bevare diversiteten av fluvialgeomorfologiske elementer i vassdragsmiljøet. Inngrep i vassdrag vil hemme de dynamiske prosessene knyttet til utvikling av elveløp (Østdahl, 1994).

Med det overnevnte som bakgrunn vil oppgaven presentere et klassifiseringssystem for inndeling av elvelandskapstyper, og en analyse over grad av inngrep påført disse. Elvelandskapstyper med **ingen** og **liten** påvirkning er av spesiell interesse for problemstillingen. Et viktig punkt i analysen er en definisjon av inngrepsgrad og inngrepsfrihet. Det ønskes å utvikle et klassifiseringssystem som er mulig å benytte i praksis, til alle typer vassdrag. Det vil avsluttes med anbefalinger til videre arbeid ut i fra de konklusjoner som nås her.

Problemstillinger og metode er utviklet i samarbeid med veiledere og masterstudent Ingeborg Kleivane. Hun skriver en tilsvarende oppgave med Glomma som testvassdrag.

1.2 Problemstilling og mål

Oppgaven bygges opp av tre problemstillinger:

- **Utvikle et klassifiseringssystem for elvelandskap.**
- **Kartlegge elvelandskapstyper for å teste metoden.**
- **Kartlegge elvelandskap uten påvirkning fra inngrep.**

Det er utviklet et klassifiseringssystem for inndeling av elvelandskapstyper. **Elvelandskap** defineres etter elvens planmønster og omkringliggende naturtype. Klassifiseringssystemet danner metoden som brukes i oppgaven. Strekninger langs en elv deles inn etter planmønster, gradient/sediment og naturtype, og

1. Innledning

planmønsteret bestemmer strekningenes lengde. Det er ønskelig at klassifiseringssystemet viser til mangfoldet av elvelandskap, slik at det kan brukes på alle typer vassdrag. Antall elvelandskapstyper kan variere etter representativitet av planmønster og naturtyper, og det er bevisst dannet klasser som ikke er registrert i testvassdraget for å gjenspeile diversiteten i norske vassdrag. Metodens holdbarhet testes ved å kartlegge elvelandskapstyper i et testvassdrag. M711-kartserien (1:50 000) fra Statens Kartverk brukes som hovedverktøy til klassifiseringsarbeidet og flyfoto benyttes som kontroll.

For å bedømme inngrepsgrad settes strekningene opp mot registrerte inngrep i NVE Atlas. Med inngrep i NVE Atlas menes sikringstiltak. Inngrepsgrad vektet etter modell fra Voksø et al. (1996). Analysen omhandler i hvilken grad elvelandskapstyper er påvirket av inngrep. Når strekningene er gitt inngrepsgrad, sammenlignes strekninger av samme elvelandskapstype for å definere elvelandskapstypenes generelle påvirkning fra inngrep i vassdraget. Strekninger med **ingen** og **liten** påvirkningsgrad vektlegges for å vurdere hvorvidt det finnes elvelandskapstyper uten påvirkning fra inngrep.

Det skilles ut to delmål:

- Gir M711-kartserien god nok informasjon til å kunne klassifisere elvelandskapstyper?
- Kan metoden være et grunnlag for å utarbeide en regional oversikt over elvelandskapstyper og deres påvirkningsgrad fra inngrep?

Oppgaven resulterer i en kartlegging av elvelandskap og deres påvirkningsgrad fra inngrep. Elvelandskapstyper med liten påvirkning fra inngrep vektlegges i analysen. Resultatene presenteres i kart basert på verktøyet ArcGIS. Gaula i Sør Trøndelag er valgt som testvassdrag til denne oppgaven.

1.3 Avgrensning

Det falt seg naturlig å følge Gaula fra kilde til utløp i klassifiseringsarbeidet. For å holde arbeidsmengden på et realistisk nivå, og innenfor rammene av prosjektet, er ikke sideelvene tatt med. Elvelandskapstypenes utstrekning lateralt avgrenses av 100års-flomsonen der denne finnes. Gaulas kilde er her definert til Gaulhåen i Holtålen kommune, 821 meter over havet. Testvassdraget er beskrevet i kapittel 4.

Det er også foretatt en avgrensning i valg av detaljeringsgrad i forhold til klassifiseringen. Klassifiseringen av elvelandskap utføres på M711-kartserien (N 1:50 000). Denne kartserien gir oversikt over hele vassdraget, men er ikke detaljert nok til å se på små fluviale former. Klassifiseringen vil derfor følge planmønsteret som bestemmes etter kartserien, supplert med flybilder.

Sedimentstørrelse kan variere i en elvs tverrprofil. Det har ikke vært tilstrekkelige ressurser til å registrere disse forskjellene. Derfor ble det foretatt en avgrensning slik at klassifisering av sediment går etter kanten av elven i denne oppgaven. Den kornstørrelse representativ for strekningen registreres.

Naturtypene registrert i arbeidet er hentet fra M711-kartserien. Det vil derfor bli vist til en grovinndeling av naturtyper etter de data kartserien gir. Det er umulig å skille mellom bar- og løvskog fra kartet, så det er gjort et grovt skille mellom disse i befaring.

Selv om det hadde vært ønskelig, har det ikke vært mulig å ta med alle tenkelige inngrep som påvirker Gaula i oppgaven. Data over inngrep er hentet fra NVE Atlas og det er påvirkning fra inngrep registrert der som analyseres.

Oppgaven tilsvarer to semesters arbeid. Dette fører til at det må settes klare mål for arbeidet på et tidlig stadium. Sammen med konklusjonen vil det gis anbefalinger for videre arbeid.

Teori

1.4 Klassifiseringsteori

”Classification can be defined as the ordering of objects into sets on the basis of their similarities or their relationships” (Platts, (1980), lest i Rosgen, 1996).

“River channel classification is an intermediate technology that attempts to reduce a complex universe of individual channel reaches into discrete groups for distinct management treatments (and within which further study can be organized)” (Downs, 1995).

Det finnes flere måter å klassifisere elveløp på. Klassifiseringssystemer for vassdrag, elveløp og omkringliggende områder finnes innen mange forskningsfelt og er dannet på grunnlag av ulike kriterier. Et vassdrag er et dynamisk system hvor geologi, topografi, hydrologi og klima er grunnsteinene for vassdragsnaturen. Landskapet som vassdraget er en del av er i kontinuerlig utvikling. Flora og fauna er blant annet avhengig av kvartærgeologiske avsetninger og fluvialgeomorfologiske former og prosesser. Type løsmasser og prosesser er i tillegg til sin egenverdi en viktig faktor for både naturlandskapet og livsvilkår for dyr og planter.

Thorne (1998) viser til behovet for geomorfologisk klassifisering av elver. Han understreker at det ikke skjer en stor forandring av løpsform over tid i forhold til inngrep. Særlig gjelder dette alluviale elver. Han understreker at inngrep må være en så naturlig del av vassdraget som mulig, slik at elven ikke "temmes" av inngrepet. Utfordringen for å oppnå dette på best mulig måte kommer ofte i konflikt med menneskets interesse i området. Gordon et. al. (1994) mener at geomorfologi er et hjelpemiddel for bevaring av områder både som geomorfologisk system og som grunnlag for dyre- og planteliv. Dette begrunnes med at geomorfologi formidler informasjon om endringer, utvikling og nåværende forhold i landskapet. En geomorfologisk rettet klassifikasjon vil derfor gi informasjon om tidligere endringer i landskapet, samt gi en oversikt over prosessene som opptrer i vassdraget.

1.4.1 Internasjonale klassifiseringssystem

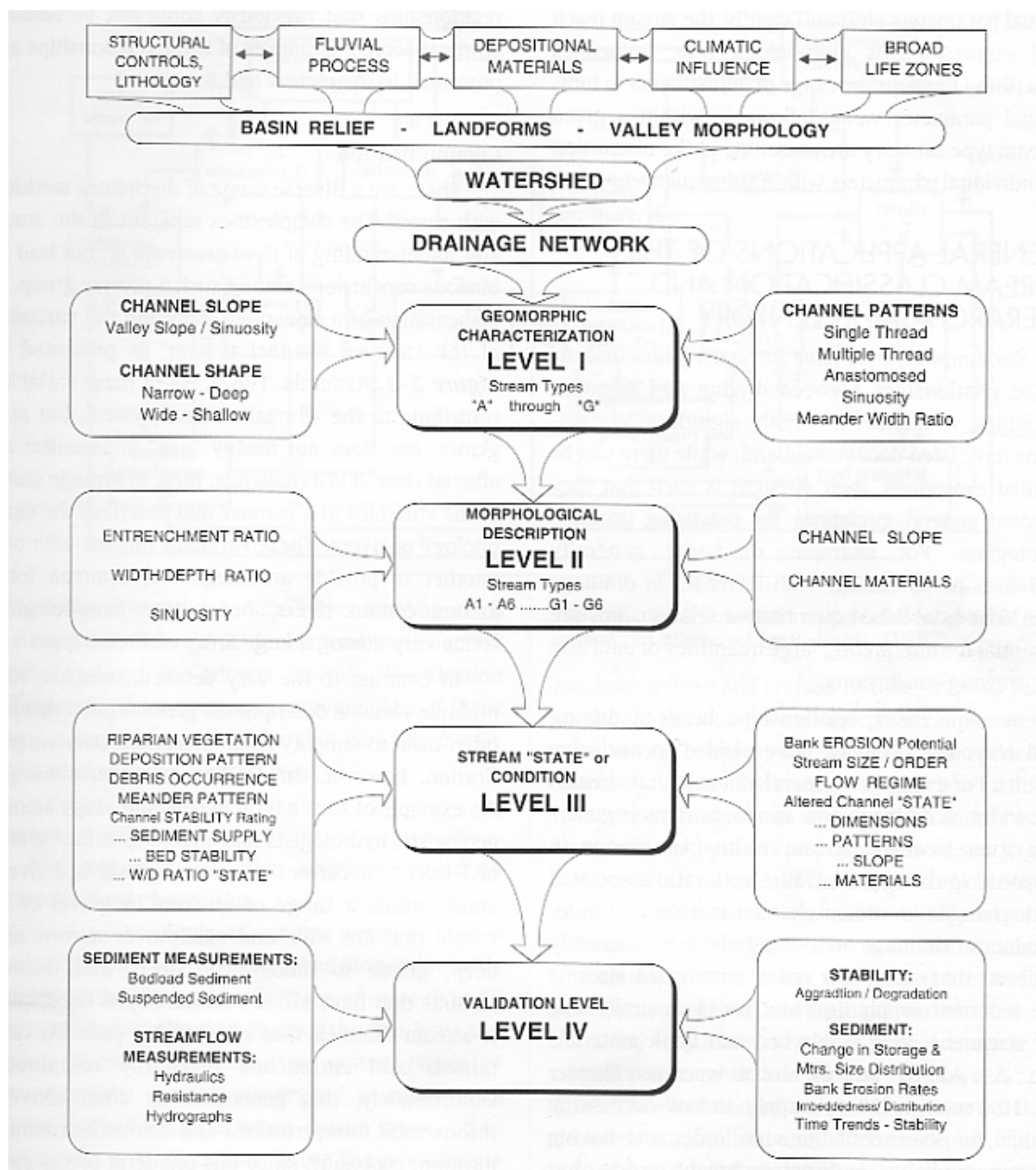
I artikkelen "*Classification and analysis of river processes*" (Kellerhals et. al., 1976), brukes samme fremgangsmåte som i denne oppgaven. Det legges vekt på klassifisering av homogene strekninger etter geomorfologisk definerte løpsmønstre. Analysen er dannet på grunnlag av informasjon fra kart og flyfoto, og ment som hjelp til å summere deskriptive data. Senere er metoden testet ut i befaringsarbeid. Det presiseres at detaljeringsgrad i alle praktiske klassifiseringssystemer burde avhenge både av målet med klassifiseringen og av den lokale elvestrekningen.

Church (1992) klassifiseringssystem deles inn etter elvens overflatebredde og sedimentstørrelse. Disse parameterne legger grunnlag for små, intermediære og store elvetyper. Videre defineres elvens løpsform etter sedimenttilførsel, helning og vannmengde.

I "*Applied river morphology*" (Rosgen, 1996) omtales klassifisering av vassdrag fra en geomorfologisk synsvinkel. Systemet følger en hierarkisk inndeling hvor detaljeringsgraden øker for hvert trinn. Klassifiseringssystemet består av fire

2. Teori

nivåer fra en bred geomorfologisk klassifisering til en detaljert inndeling av elveløp (figur 2.1). Rosgen sitt klassifiseringssystem er velkjent, og ofte brukt innen forvaltningen (Robert, 2003).



Figur 0.1: Rosgen sitt hierarkiske klassifiseringssystem. Fra Rosgen (1996).

Heritage et. al. (2001) ser på kontinuiteten av elv fra solid grunn/fjell i øvre deler ned til områdene med alluvialt materiale rundt utløpet. De mener at elven kan karakteriseres etter et sett "dominante" morfologiske enheter. Metoden viser til inndeling av vassdraget i morfologiske enheter. Videre er disse enhetene delt opp i sub-enheter på 150 meter. Det overordnede målet er å dele elven opp i enheter

av samme morfologiske oppbygning. De mener at den brede oversikten over muligheter til klassifisering fører til at alle elver kan klassifiseres systematisk, uavhengig av elvens type.

1.4.2 Norske klassifiseringssystem

Faugli og Lundquist (1987) laget et tverrfaglig klassifikasjonssystem for elvestrekninger som et ledd i NTNFs (tidligere Norges Teknisk- og Naturvitenskapelig forskningsråd) forskningsprogram ”*Miljøvirkninger av vassdragsutbygging*” (MVU). Betegnelsen **elvestrekning** brukes om et parti i elven med like egenskaper der hvor endringene er små. Systemet hadde som mål å gi en beskrivelse av en elvestrekning lokalt, men dens interaksjon med nærliggende elvestrekninger var også av betydning. Lokale avvik av begrenset omfang bør ikke defineres som egen strekning, men heller vise til overgangen mellom to strekninger der forstyrrelsen gir signifikante forandringer i egenskap. Inndelingen ble satt opp etter ni parametere innen biologi og geomorfologi. Disse er: Årsmiddelvannføring, hydrologisk regime, høyde over havet, gradient, profil, bunnsubstrat, løpsform, strandvegetasjon og arealbruk. Det skal dannes hensiktsmessige klasseinndelinger som har relevans for den aktuelle problemstilling. Målet med denne grove inndelingen var en tilstrekkelig og lite ressurskrevende klassifisering. Rapporten viser til noen utfordringer rundt oppløsning:

- Hvor kort skal en elvestrekning kunne være (geografisk oppløsning)?
- Hvor detaljert skal de fysiske variable klasseinndeles (fysiografisk oppløsning)?
- Hvor mange variabelkombinasjoner skal grovklassifiseringen inneholde?

Det poengteres at det er mange ulike måter å klassifisere vassdrag på. Dette begrunnes med at de fysiske egenskaper ved vassdragets ulike elvestrekninger kartlegges, og stilles i relasjon til den eller de variable som skal studeres.

2. Teori

I hovedoppgaven ”*Registrering og klassifisering av elveløpsformer i Sør-Norge*” har Laila Nordbø (1991) ved Geografisk institutt, Universitetet i Oslo, brukt M711-kartserien som utgangspunkt i sin registrering. Klassifiseringen resulterte i en regional oversikt over elveløpsformene: Vanlig meander, tvungne meandre, meander i myr og anastomoserende løp inkludert vifteslep og fuglefotdelta. Det viste seg at utbredelsesmønstrer av disse elveløpsformene er betinget av naturtype og berggrunn. Sylvia Smith-Meyer (1995) poengterer at det er umulig å lese av kartet om elvestrekningen renner i løsmasser eller i fast fjell. M71-kartserien viser å favorisere større former mot mindre, siden form er den eneste informasjon som er lesbar.

Sylvia Smith-Meyer (1995) var prosjektleder for et forprosjekt i regi av NVE, som siktet på å utvikle en metode for å kartlegge vassdrag basert på geofaglige kriterier. Vassdragets egenskaper skulle klassifiseres og målet med prosjektet var å danne en landsdekkende oversikt. Det ble lagt vekt på å lage et dynamisk system i den betydning at alle segmenter av elveløpet skulle klassifiseres. En registrering som denne vil gi et bilde av elvens form og avsetninger i tilknytning til elven. Fordi registreringen gjøres kontinuerlig, vil elvens oppførsel og områder som er utsatt for erosjon eller andre endringer også bli registrert.

I ”*Bruk av eksisterende kartdata (N50 og N250) for å karakterisere nedbørsfelt og elvestrekninger*” (Erikstad et. al., 2004) belyses samme tema. Formålet her er å teste innsamling av nedbørsfeltdata på landsbasis med tanke på å karakterisere disse i forhold til det fysiske miljø, samt å teste en generell inndeling av elvestrengen etter grove terrengparametre. Elveløp er karakterisert etter terrengets skråningsforhold i fire klasser: flatt terreng, rolig terreng, midlere terreng og bratt terreng. Disse terrengklassene er videre koblet til internasjonal elveløpsklassifisering på et overordnet nivå med tanke på implementeringen av EUs Rammedirektiv for vann. Denne koblingen gjøres via Dave Rosgen (1996) sitt hierarkiske elveløpsklassifikasjonssystem.

Voksø et al. (1996) presenterer med *"Inngrepsindikator for vassdrag – perspektiver og muligheter"* et system for presentasjon av inngrep og påvirkning av disse ned- og oppstrøms. Gjerstadvassdraget, Gaulavassdraget, Vossovassdraget og Femund/Trysil-vassdraget er testvassdrag i prosjektet. Disse er valgt etter ønske fra aktuelle fylkesmenn. Inngrep som er registrert av NVE er vektet etter type og størrelse. Deretter er det vurdert hvor store influensområdene til inngrepene er. Resultatet er presentert oversiktlig ved hjelp av et geografisk informasjonssystem (GIS).

NVE har tidligere gjort en klasseinndeling av Gaula foretatt med bakgrunn i retningslinjene for vernede vassdrag. Denne inndelingen viser til forvaltningsgrunnlaget som finnes langs og ved en vernet elv. Det ble anbefalt inndelt i inntil tre klasser ut fra foreliggende verneverdier og arealtilstand. Konkret anbefales det at forvaltningen differensierer ut fra hvorvidt nærområdene er preget av byer/tettsteder, jordbruksområder eller utmarks-/skogsområder. Denne inndelingen er gjengitt i *"Veileder for Gaulavassdraget"* (Sørensen, 1996[?]).

1.5 Kvalitetssikring og detaljeringsgrad

Det er viktig å få frem hva man ønsker å oppnå med klassifiseringen, slik at oppbygningen blir relevant i forhold til problemstillingen. Det er viktig at klassifiseringen bygges opp på bakgrunn av klare kriterier. Om graden av skjønn blir for stor, skapes unøyaktigheter og uklarheter i registreringen. Uklare kriterier i klassifiseringssystemet kan føre til akkumulering av feil i analysen. De beste systemene er bygget opp av objektive og kvantitative kriterier som danner en konsekvent bruk av klassifiseringssystemet (Rosgen, 1996). Samtidig er det viktig med gode oppdateringsrutiner siden vassdrag og landformer er i kontinuerlig forandring, enten på grunn av naturens eget arbeid eller også på grunn av menneskelige inngrep.

Sylvia Smith-Meyer (1995) påpeker at nøyaktighet i datafangst øker med nøyaktighet i registreringsarbeid. Hun påpeker også at økende nøyaktighet krever tid og er kostbart. Det vises til valg av detaljeringsgrad i datamaterialet. Hun viser til M711-kartserien, flybilder, befaring og analyser som viktige verktøy i et klassifiseringsarbeid. M711-kartserien er det datagrunnlag som har dårligst detaljeringsgrad mens analyser har best detaljeringsgrad. Analyser er det datagrunnlag hvor resultatet best vil samsvare med virkeligheten. Det er viktig å få frem at arbeidsmengde øker med detaljeringsgrad. Det er ønskelig å finne den kombinasjon av verktøy som gir en tilfredsstillende klassifisering. M711 og flybilder brukes som datagrunnlag i denne oppgaven. De rammer som er satt til et masterstudium (kapittel 1.3) fører til at videre detaljeringsgrad rundt klassifisering ikke lar seg gjennomføre. Befaring vil ikke i hovedsak være et middel for inndeling av strekninger. I tilfeller hvor det er tvil rundt inndelingen vil det allikevel vektlegges på befaring.

1.6 Fluvialgeomorfologi

Rennende vann er, sammen med is, hovedagens for dannelsen av landformer. Former dannet av rennende vann kalles fluvialgeomorfologiske. Fluviale landformer dannes ved erosjon, transport og sedimentasjon. Det finnes to grupper fluviale landformer basert på dannelsesmåte:

- Landform dannet ved erosjon
- Landform dannet ved sedimentasjon

Eksempler på landformer dannet ved erosjon er ravine og gjel, mens eksempler på landformer dannet ved sedimentasjon er vifte, elveslette og delta.

1.6.1 Planmønstre

Planmønstre viser til løpstypens utseende. Leopold og Wolman (1957) var blant de første til å definere planmønstre ved å se på geomorfologien i området. De påpekte at det finnes en kontinuitet langs elven og klassifiserte strekninger til henholdsvis rett, meandrerende og forgrenet (eng.: braided), med vannføring og gradient som kriterier for inndelingen. Leopold og Wolman presiserte at anastomoserende løp var en underart av forgrenet løp. Senere er det fremhevet at anastomoserende løp er en egen løpstype (Ferguson, 1987). Basert på forskjeller i morfologi og gradient skiller Ferguson mellom forgrenet og anastomoserende elveløp (forskjellen omtales senere).

Dette har ført til at vi i hovedsak ser på fire distinkte elveløpsformer:

- Rett
- Meandrerende
- Forgrenet
- Anastomoserende

Langs en elv finnes en kontinuerlig overgang mellom planmønstre.

“Channel planform may be classified as straight, braided, or meandering, but thresholds between categories are arbitrary as channel forms varies continuously from straight to single channel meanders to multiple braids” (Shields, 1996).

Shields (1996) viser til hvilken utfordring det er å dele opp en elv i ulike seksjoner på bakgrunn av planmønstre. Han presiserer at ingen eksisterende klassifiseringssystem er brukbart for alle elver, spesielt de som er påvirket av menneskelige inngrep.

2. Teori

Planmønster avhenger av sedimenttype, kornstørrelse, gradient, vannføring, hastighet og forholdet bredde:dybde. Disse faktorene, sammen med geologi og klimatiske forhold, påvirker sinusiteten og overgangsmulighetene mellom planmønster (Summerfield, 1991). Overgangene defineres etter sinusitet. Sinusitet defineres som løpslengde over dallengde.

Det må poengteres at det arbeides med ulike overganger mellom planmønster etter sinusitet. I oppgaven defineres overgangen mellom planmønster etter Brierley og Fryirs (2005) definisjoner:

- Rette løp: sinusitet lavere enn 1,3
- Overgangsformer: sinusitet 1,3 – 1,5
- Meandrerende løp: sinusitet høyere enn 1,5

Tilnærmet rett løp

Rette løp defineres etter grad av sinusitet lavere enn 1,3. Absolutt rette løp er vanskelig å finne i naturen. Rette løp vil også vanligvis svinge periodisk (oscillere). Djupålen i elver med tilnærmet rette løp svinger, om ikke med høy amplitude. Løp med sinusitet rundt 1,3 defineres som overgangsformer. I områder hvor elven har kunnet utvikle seg over lang tid kan det oppstå en meandrerende prosess i løpet hvis forholdene ligger til rette for det. Dette avhenger av alluvialt materiale og av at hele løpet svinger, ikke bare djupålen. Dette sees ofte på som overgangen fra rett løp til meandrerende løp.

Meandrerende løp

Ordet meander kommer fra elven Menderes i Anatolia, Tyrkia. Definisjonen på en meandrerende elv er brukt av Brierley og Fryirs (2005) som et enkelt løp med sinusitet større enn 1,5.

Meandrerende løp utvikles der det er lav gradient, moderat til lav sedimenttransport og fine sedimenter. Materialet eroderes i yttersvingene og

akkumuleres i innersvingene. På denne måten finner det sted en lateral forflytning av elveløpet på elvesletten. Meandre dannes når elven eroderer eller graver seg utover i yttersvingene hvor det er dypest, og vannet har størst hastighet. I innersvingene, hvor vannet strømmer langsommere, legges det opp materiale som en bank av grus og sand (innersvingsbanke). Typisk elvelandskapselement i sammenheng med dette er segmenter med kulp-stryk (eng.: pool-riffles).

Forgrenet løp

I et forgrenet elveløp er hovedløpet delt opp av **banker** (ører) til to eller flere løp. Disse bankene har vanligvis ikke vegetasjon og er dannet ved akkumulasjon av sediment. Bankene ligger litt lavere enn den omkringliggende elvesletten i terrenget. Bankenes mangel på vegetasjon viser til formens ustabilitet. Ved stor vannføring flytter sedimentet i elven på seg. Dette fører til at bankene beveger seg etter sedimentets forflytning i elveløpet ved stor vannføring (Ferguson, 1987). Slike elveløp er vanlige der smeltevann fra en isbre renner over en sandur.

Anastomoserende løp

I et anastomoserende elveløp er hovedløpet delt opp i flere løp avskilt av relativt stabile banker (øyer). Typisk for anastomoserende elver er at de består av et nettverk av smale, dype løp med lave gradienter med relativt høy sinusitet. Et anastomoserende løp har generelt lavere gradient enn et forgrenet løp. Holmene/øyene ligger i samme høyde som elvesletta, er stabile og vanligvis vegeterte (Ferguson, 1987).

Gjel

Et gjel er en trang dal eller kløft med bratte sider som har oppstått ved at en elv har gravd seg ned i berggrunnen. Gjel kan også dannes av graving fra isbre. Gjel finnes i fast fjell, i grove blokker eller i løsmasser. Et dypt gjel kalles juv og spesielt store gjel kalles canyon.

Grovkornet rett elveløp, ikke alluvialt materiale

Landskapet i Norge er preget av siste istid. Kvartærgeologien spiller en stor rolle i utformingen av landskapet. Morene dekker den største delen av landet, og jordsmonnet er ikke like godt utviklet alle steder. Kompetansen til vannstrømmen i grov morene er ikke alltid stor nok til å transportere bort sedimentet, på grunn av den store kornstørrelsen. Slike løp blir ofte tilnærmet rette og finnes som regel ved kildeområdene til vassdrag.

Elveløp over fast fjell

Løp over fast fjell har geologiske begrensinger i forhold til utvikling av løpsform. Sinusiteten i slike løp kan være høy, men det finnes allikevel ikke meanderende prosesser i løpet blant annet på grunn av kornstørrelsen. I klassifiseringssystemet (se kapittel 3.1) kommer foss og stryk også inn under denne kategorien. I strekninger med klassen stryk/foss er det vanlig med en oppdemningseffekt oppstrøms og et parti med utvidet løp og erosjon nedstrøms strykpartiet.

Kunstige løp

Kunstige løp representerer løpsformer skapt av menneskelig innvirkning. I en kanalisert strekning dekkes elvens sider og bunn av materiale som holder elvens dybde:bredde ratio konstant. Elvens utviklingsmuligheter hemmes i denne strekningen.

Kunstige løp representerer også de strekninger som er forandret i en slik grad av mennesket at tilbakeføring til opprinnelig løpsform ikke er et tema. Innenfor restaurering er målet tilbakeføring av elveløp til naturtilstanden. **Naturalisering** (Brookes og Shields, 1996) er en form for restaurering hvor elveløpet forandres, ikke etter definisjon av naturtilstand, men til det beste etter de menneskelige interesser i tilknytning til området. Strekninger som i stor grad er påvirket av kraftverk og bebyggelse havner også inn under denne kategorien.

Delta og vifte

Delta og vifte er fluviale overgangsformer fra elv mot elv, innsjø eller hav. De dannes ved sedimentasjon når en elv går over i en annen elv, innsjø eller hav hvor gradienten er lavere og hastigheten synker.

Elveslette

”Each floodplain type reflects a combination of energy conditions (largely determined by slope and valley width relative to upstream catchment area), and the availability of sediments (its calibre and volume relative to the accommodation space along the valley) and the range/history of floodplain forming and reworking processes” (Brierley og Fryirs, 2005).

I innlandet setter dalsidene og topografien grensebetingelser for elveslettens utvikling. I kildenære områder med bratt gradient vil ikke elvesletten være like godt utviklet som nedover i vassdraget. En bred elveslette med meanderende prosesser er typisk for gamle elvelandskap (Thorne et al., 1997).

Alluvialt materiale transporteres og sedimenteres ved endring i vannføring. Ved flom større enn middelsflom, vil elven gå ut over breddene og sedimentere og erodere på elvesletten. Dette gir ny næring til elvesletten både i form av vann og sediment. Dette danner grobunn for floraen som finnes i det elvenære miljøet. Flom er viktige for både landskapsutforming, flora og fauna i vassdraget. Ved flomhendelser øker vannmengde og hastighet slik at elven lettere kan forme landskapet. Oversvømmelser av elvesletten kan tilføre mineraler og sediment til flora og fauna (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a).

Utviklingen av elvesletten går både lateralt og over breddene (akkumulasjon av sediment ved ”overbank flow”). Prosessen lateralt skjer ved erosjon i yttersvingene og dannelse av innersvingsbanker ved sedimentasjon. Oversvømmelse kan føre til erosjon av elvesletten. Om det ikke er grensebetingelser, kan elvesletten utvikle seg til å dekke store områder. Elvedelta er en spesiell form for elveslette, der gradienten er svært lav og elven renner ut mot et lavenergimiljø (stillestående vann).

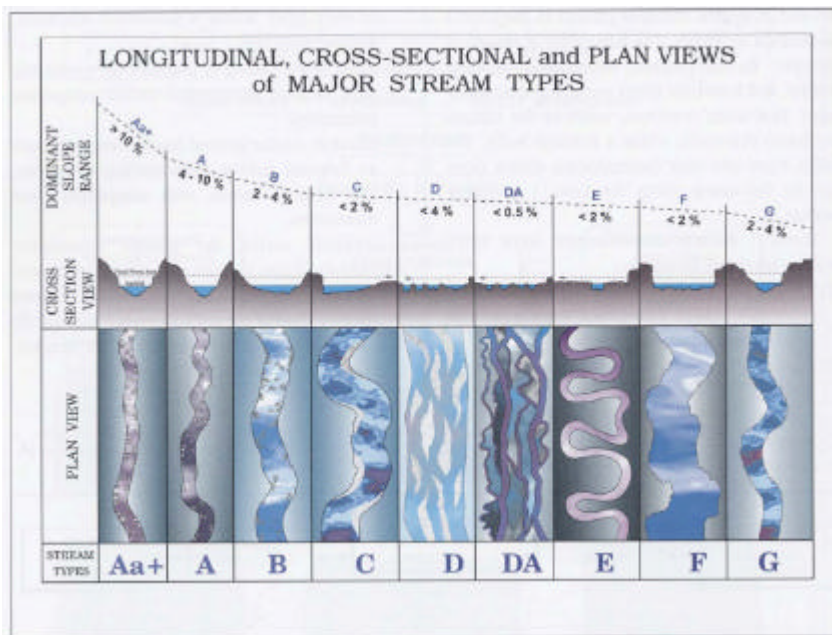
1.7 Sediment og gradient

I en elv er det en gradering av sediment mot kornstørrelse fra kilde til utløp. De største partikler avsettes nær kilden, mens de finere partiklene holdes i suspensjon og sedimenteres nærmere utløpet (Briggs, 1977). Denne sorteringen er dominert av forholdet mellom vannets hastighet og sedimentstørrelse. Det må allikevel poengteres at det finnes unntak til denne regelen avhengig av hvor løsmassene finnes i vassdraget, ikke minst knyttet til kvartærgeologisk historie.

Sedimentkildene til et vassdrag er forvitring og erosjon i fast fjell, glasifluvialt materiale og alluvialt materiale. Ved siden av disse er også ras fra dalsidene (ofte gamle terrasser) kilde til sediment i vassdraget.

Sediment og gradient er viktig for klassifisering av elvelandskapstyper. De er faktorer som er med på å bestemme en elvs løpstype. Sammenhengen mellom planmønster og gradient vises i figur 2.2. Gradient og materiale som transporteres og sedimenteres er også viktig for hvordan løpstypen/planmønsteret utvikler seg. Elven kan danne meanderende eller forgreinete løp, avhengig av helningen på elveløpet og type løsmasser som elven renner i. Tabell 2.1 viser til ulike karakteristika som er observert for løpstype etter den type sediment som finnes i løpet.

2. Teori



Figur 0.2: Planmønster i forhold til gradient. Fra Rosgen (1996).

Et vassdragsnivellement viser til et vassdrags tverrprofil hvor avstand settes opp mot høydemeter. **Gradient** regnes ut etter høydeforskjell over løpslengde. Denne informasjonen finnes i nivellementet. Vassdragsnivellementet over Gaula tilgjengelig i NVE Atlas, er fra 1935. Institutt for vassbygging utførte et nytt i 1984. Nivellementet fra 1984 viser at elvebunnen har senket seg med 1 – 2 meter på strekningen fra utløpet til Gaulfossen over en periode på 50 år (Dahl og Godtland, 1995). Dette skyldes i stor grad masseuttaket av grus i Gaula.

2. Teori

Tabell 0.1: Skildring av bunn- og breddeforhold etter Knighton (1998).

Sekundærtype	Karakteristika
A1. Løp i fast fjell	<p>Generelt korte strekninger uten fullt materialdekke.</p> <p>Vanlig i bratte kildestrekninger. Bunn- og breddemorfologi er stort sett nedskjært (eng.: imposed).</p> <p>Typisk med uregelmessig tverrsnitt.</p>
A2. Silt-leire sediment	<p>Vanligvis suspansjonstransport med begrensa kapasitet til å endre grenselag og form.</p> <p>Løp med lav bredde:dybde ratio, ofte symmetrisk form.</p> <p>Materiale som først er suspendert, vil forbli det, selv om strømnings-energien avtar dramatisk</p>
B1. Sandbunnløp	<p>Løpsbunn som er aktiv over et stort spekter av avrenninger og som gir variasjon i bunnformasjoner som avhenger av ulike avrennings- og bevaringsforhold.</p> <p>Løp som holder en høy bredde:dyp ratio</p>
B2. Grusbunnløp	<p>Blandet transportssystem, karakterisert av intermedier bredde:dybde ratio</p> <p>Bunn materiale er bare transportert ved høye avrenninger.</p> <p>Et overliggende lag beskytter materiale i bunnen av løpet (armeringslag, dekskjikt).</p> <p>Breddene består av mye finkornet materiale.</p> <p>Løpsformen er mye bestemt av løpsplassering og forgående historie av formgivende prosesser. I for eksempel meanderende strekninger, er løpet asymmetrisk der løpet er i nærheten av å grave over og symmetrisk i svingene.</p>
B3. Steinbunnløp	<p>Grenselagsmateriale er bare flyttbart under større flommer.</p> <p>Et armeringslag i overflaten er vanlig (dekskjikt).</p> <p>Løpsformen er uregelmessig.</p>

1.8 Naturtyper

Naturtypene ved og omkring et vassdrag er med på å forme vassdragsmiljøet. Ulike naturtyper langs elven danner leveområder for plante- og dyreliv. Disse leveområdene er sårbare mot inngrep, og er ønsket ivaretatt med implementeringen av EUs vanndirektiv. Med restaurering er et av målene økologisk mangfold. Et økologisk mangfold (diversitet av leveområder) vil forhåpentligvis samtidig skape grobunn for et biologisk mangfold (artsrikdom).

Kantvegetasjon kan fungere som erosjonsdempende effekt siden den binder jorda og øker motstandskraften mot erosjon. Gress er et godt eksempel på naturtype som øker motstanden til erosjon. Flommarkskog er en naturtype som opptrer i det elvenære miljøet. Den kan også være tilstedeværende på øyer og banker i vassdraget der miljøet tilsier at det er grobunn for dette.



Bilde 0.1: Vegetasjon på midtbanke ved Kotsøy. Foto: M. Myhre, 7.6.2005.

Pionervegetasjon finner vi der hvor strømmen er sterk og løsmassene stadig er utsatt for bevegelse. Pionervegetasjon er blant de mest dynamiske (foranderlige) vegetasjonstypene som utvikles langs et vassdrag og dens eksistens er flombetinget. Fremstad (1998) beskriver pionervegetasjon som åpen og ustabil vegetasjon på elvestrender og på banker og ører ute i elveløpet. Gråor-heggeskog

er den vegetasjonstypen som etter hvert vil fortrenge pionervegetasjonen og utgjør i dag en stor del av kantvegetasjonen langs vassdrag i Norge (Sørensen, 1996[?]).

Direktoratet for naturforvaltning (DN) sin håndbok 13 *"Kartlegging av naturtyper: verdisetting av biologisk mangfold"* (1999), deler inn vassdrag etter biologiske kriterier for artsmangfold og habitat etter naturtype. Artsmangfold defineres etter artenes representativitet i ulike naturtyper langs elveløpet og omkringliggende områder. Håndboken er laget som følge av *"Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling"* (St. mld. nr. 58, 1996-97). I denne er kommunene pålagt å rapportere inn prioriterte naturtyper til Fylkesmannen. Miljøverndepartementet (MD) og DN har det overordnede ansvaret for at dette gjøres. Håndboken beskriver 56 naturtyper som er antatt å være spesielt viktig i sammenheng med biologisk mangfold. Registreringen viser lokaliteter av spesiell interesse, og er ikke en kontinuerlig fremstilling av naturtyper. Kommunene skal kartlegge og stedfeste de beskrevne naturtypene. Håndboka angir hvordan registreringene skal gjennomføres og gir anbefalinger om framstilling av kart.

Markslagskart er et nasjonalt datagrunnlag om arealtilstand og arealkvalitet for jord- og skogbruksområder. Kartene presenteres i målestokk 1:5 000. Kartserien omfatter det meste av arealet under skoggrensen, og er vårt eneste landsomfattende kartverk over arealressurser på detaljert nivå (NIJOS, 2005). De gir informasjon om dyrkningstilstand, bonitet og arealtype. Kartene viser inndelinger av naturtyper, som eksempel dyrket mark, skog, myr og bebyggelse.

1.9 Inngrep i vassdrag

Ved tiltak i vassdrag er det viktig at inngrepene tilpasses landskapet og elvens egenart. Vassdragets rolle i kulturlandskapet må søkes bevart. Det er viktig å huske på at det kan være store variasjoner i bredde og dybde langs en elv. I en usikret elv

vil disse forandre seg. Når en elv sikres mot erosjon, låses den i form. Det er derfor viktig at den form som vi gir elven gjenspeiler det som er naturlig.

Ansaret for sikringstiltak er delt mellom grunneier, kommune og NVE. Grunneieren har skjøtsel som sitt ansvarsområde, kommunen står ansvarlig for tilsyn mens NVE er ansvarlig for vedlikehold.

Med et **inngrep** menes her en fysisk påvirkning av elveløpet som gir ei endring av geomorfologi (løpets form og aktive prosesser). Det blir for omfattende og skissere alle tenkelige inngrep, så her nevnes de som er vesentlige for denne oppgavens problemstilling. Det må poengteres at inngrepene som er registrert i NVE Atlas for det meste representerer sikringstiltak.

Sikringstiltak

Med flom- og erosjonssikring (sikringstiltak) menes fysiske tiltak for å redusere risiko for skade på bygningsmasse, kommunikasjon og dyrket mark (Sæterbø et al., 1998).

For at et område ikke skal oversvømmes av vannmasser ved flom er elvenære områder sikret, vanligvis ved å forhøye elvekanten. Disse kalles flomsikringer/flomverk. Ved at elveløp får større rom og økt kapasitet kan senking og elveløpskorreksjoner også redusere flomfaren. Masseavlagringsbasseng utformes ved å utvide eksisterende elveløpsbredde over en strekning. Et masseavlagringsbasseng kombineres gjerne med en terskel i overgangen fra bassenget til nedenforliggende elveløp. Flomdempingsmagasin kommer også inn under definisjonen av flomsikring.

En erosjonssikring (bilde 2.3) skal ta bort elvens mulighet til å erodere slik at forholdene blir mer stabile. Målet er å hindre elven i å grave seg innover land og utvide sitt leie lateralt. Erosjon av elveskråninger begynner ofte ved undergraving av skråningsfoten og skråningen raser ut (bilde 2.2). For at det skal oppstå erosjon, er det ikke nok at strømkreftene er store nok til å bevege bunnmaterialet. Det må



Bilde 0.3: Erosjon ved Melen, Haga bru.
Foto: M. Myhre, 8.6.2005

samtidig bli fjernet mer materiale enn det tilføres (Sæterbø et al., 1998). Dette kan skje hvis strømmens transportevne er økende.

Steinkledning av elvesider og bunn beskytter mot erosjon. Vegetasjon kan også brukes som erosjonsdempende tiltak. Terskler brukes til å motarbeide erosjon av elvebunnen. Over en terskel vil vannet passere fra subkritisk (rolig strøm), via kritisk, til superkritisk (rapid, skytende) strøm. Disse termene defineres



Bilde 0.2: Sikringstiltak ved Rognes. Foto: M. Myhre 8.6.2005

etter Froudes tall. Froudes tall defineres som strømmens gjennomsnittlige hastighet over gravitasjonsbølgens hastighet. Ved overgangen mister strømmen energi og evnen til å erodere elvebunnen reduseres. Terskler brukes også i vassdrag til å opprettholde et vannspeil i elven der vannføringen kan være svært lav, eksempelvis i regulerte vassdrag. Masseavlagringsbasseng konstrueres oppstrøms et område som skal sikres, som regel der fallet på elveløpet flater ut. Vannets hastighet vil reduseres. Sammen med en terskel i utløpet av bassenget vil dette

medføre en kontrollert avlagring av løsmasser (Toverød, 1999). Buner (eng.: "groynes") konstrueres for å styre strømmen vekk fra eroderbare områder i elven.

Kanalisering

En kanal er en menneskeskapt, som regel rett løpsform. Løpet rettes ved at sidene og eventuelt bunnen forbygges. Denne inngrepsformen er mer vanlig lenger sør i

Europa enn i Norge og ble ofte brukt som et tiltak for å bedre jordbruket. Ved å rette ut elveløpet og senke bunnen reduseres faren for oversvømmelse av elvesletta. Dreneringen blir også bedre i jordbruksområder.

Grusuttak

Grusuttak kan føre til at det tas ut mer sediment enn det tilføres. Dette vil igjen føre til en ubalanse i systemets likevekt slik at forholdet mellom erosjon, transport og sedimentasjon forandres. Dette kan resultere i bunnsenkning og økende erosjon. Grusuttaket i Gaula har ført til en senkning av elveløpet. Det er tatt ut ca. 4 millioner kubikkmeter grus direkte fra vassdraget (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a). Elvebunnen har senket seg med gjennomsnittlig en meter på strekningen fra Gaulfossen til Gaulosen. Grusuttaket ble stanset for ca. 10 år siden.

Miljøtiltak

Miljøtiltak skal bøte på negative effekter fra tidligere inngrep. Miljøtiltak skal fremme naturlige prosesser i vassdraget, bedre vandringsmuligheter for fisk, forbedre landskapsbilde og opprettholde mangfoldet i vassdragsmiljøet. Rehabilitering, opprensning og biotopjusteringer er de vanligste tiltak. Innføring av kantvegetasjon og åpning av kulverter er gode eksempler.

Regulering for vannkraft

Vannmengde og fallhøyde bestemmer den potensielle energien i et vannfall og er avgjørende for hvor mye elektrisitet som kan produseres. Lavtrykksverk (ofte elvekraftverk) utnytter en stor vannmengde, mens fallhøyden er liten. Vannføringen kan ikke kontrolleres, slik at produksjonen avhenger av vannføringen. Høytrykksverk (ofte magasinkraftverk) utnytter store fallhøyder og mindre vannmengder enn elvekraftverk. Vannmagasinet regulerer vannmengden som går i tunneler eller rør til kraftverket. Regulering har stor innvirkning på både biologi og geomorfologi i hele vassdraget.

Effekter av inngrep i vassdrag

Effektene av inngrep kan være kortsiktige knyttet til selve anleggsperioden, eller de kan være langsiktige og vare i lang tid etter at inngrepet er avsluttet. Inngrep kan over tid føre til opprettelse av ny likevekt avhengig av inngrepets utstrekning og størrelse i forhold til hele vassdraget. Elvestrekninger påvirkes lokalt, nedstrøms og oppstrøms et inngrep. Påvirkningene avhenger av type inngrep og inngrepets utstrekning.

Sikringstiltak (flom- og erosjonssikringer) fører til redusert erosjon av elvekantene der forbygningen bygges. Dette fører til at sedimenttilførsel fra elvesletten reduseres. De naturlige prosesser knyttet til utvikling av elveløp stopper opp. Videre hindres oversvømmelse av vassdragsnære arealer. Kantvegetasjonen fjernes og gir redusert tilgang på næring for dyre- og plantelivet. De naturlige prosesser knyttet til suksesjon i strandsonen stopper opp (Østdahl, 1994).

Ved kanalisering forkortes og rettes elveløpet. Dette fører til økt fall pr. elvemeter og økt strømhastighet. Resultatet kan være økt erosjon og graving oppstrøms inngrepsområdet. Kontrollpunktet for erosjon (eng.: "nickpoint") vil flytte seg oppover etter hvert som erosjonen arbeider seg oppstrøms (eluebunnen senkes videre oppover). Det ustabile området oppstrøms, kan skape problemer for infrastruktur, som fundament til bruer og veier. Nedstrøms vil sedimentene lagres opp, på grunn av slakere helning og høyere motstand (Brookes, 1988). De naturlige prosessene rundt utvikling av elveløp stopper også ved kanalisering opp. Oversvømmelse ved flom blir et større problem nedover i vassdraget enn ved selve kanaliseringen (Østdahl, 1994). Effektene av kanalisering på dyre- og planteliv er like de effekter man ser av forbygning.

Grusuttak kan føre til en senkning av eluebunnen og blottlegging av leire i vassdraget. Den må poengteres at dette gjelder vassdrag under marin grense. Det blir en økt sedimenttransport nedstrøms uttaksområdet og fare for tilbakegraving oppstrøms (Østdahl, 1994).

Inngrepsfrihet og inngrepsgrad

Et viktig moment i denne oppgaven er i hvilken grad en elvestrekning er påvirket av inngrep. DN definerer inngrepsfrihet som avstand til tyngre teknisk inngrep. Alle områder som ligger mer enn en kilometer (i luftlinje) fra tyngre tekniske inngrep defineres som inngrepsfrie naturområder (DN, 2005). Inngrepsfrie naturområder er inndelt i soner basert på avstand til nærmeste inngrep:

- Inngrepsfri sone 2: 1-3 km. fra tyngre inngrep
- Inngrepsfri sone 1: 3-5 km. fra tyngre inngrep
- Villmarkspregede områder: > 5 km. fra tyngre inngrep

Tyngre tekniske inngrep defineres som veier og jernbanelinjer med lengde over 50 meter, kraftlinjer med spenning på 33 kV, magasiner etc. Denne definisjonen brukes i forvaltningen, og vil av den grunn være naturlig å velge som metodikk. I oppgaven er det et ønske om å kartlegge områder i elvelandskapet som ikke er påvirket av fysiske tiltak utført av NVE. Ved å bruke DN's inndeling vil store deler av vassdraget være under stor påvirkning av inngrep. Det er derfor ønskelig å finne en annen metodikk for analyse over vassdragsstrekningers påvirkning fra inngrep.

Arbeidet til Voksø et al. (1996) (se kapittel 2.1) vil brukes som modell til inndeling av inngrepsgrad. Arbeidet, i regi av NVE, viser til grad av inngrep påført elvestrekninger etter inngrepenes type og utstrekning. Strekningens avstand til inngrep vektes også. Det må poengteres at dette arbeidet er ment å utføres i GIS. Effekten av inngrep på vassdraget er klassifisert i fire klasser etter den summerte inngrepsindeks på elvestrekningen. Inngrepsindeks er et tallmessig uttrykk for hvor sterkt en vassdragsstrekning er påvirket av et enkelt inngrep. Inngrepsgrad eller inngrepsindikator viser til summen av inngrepsindekser for en vassdragsstrekning. Disse er:

- Sum vekt 4 og mer: Strekninger med **stor** grad av inngrep
- Sum vekt 2 og 3: Strekninger med **middels** grad av inngrep

- Sum vekt 1: Strekninger med **liten** grad av inngrep
- Sum vekt 0: Strekninger der det ikke er registrert fysiske inngrep
(**ingen** påvirkning)

I denne oppgaven defineres **inngrepsfrie strekninger** etter påvirkning i **ingen** og **liten** grad etter inngrepsindikatorens fremgangsmåte. Voksø et al. (1996) definerer inngrep som menneskelig aktivitet som har gitt avvik fra naturtilstanden. Naturtilstand regnes som vannets og landskapet sitt naturlige forløp.

1.10 Vassdragsforvaltning

Med forvaltning av vassdrag og andre naturressurser menes den virksomhet som offentlige organer driver, med støtte i lover og regelverk. Den bistand som disse organene gir i form av informasjon, råd og økonomisk støtte er også en del av forvaltningen (Schanche, 2003).

I norsk vannforvaltning er ansvaret fordelt på flere myndigheter og flere nivåer. Rammedirektivet for vanns intensjon om en helhetlig og integrert vannforvaltning (Reinvang et al., 2004) stiller dagens norske organisering overfor store utfordringer. Det er samarbeidet rundt en nedbørsfeltrettet forvaltning som skaper de største utfordringene. Miljøverndepartementet sitter som øverste organ i dette samarbeidet, og det er dannet en direktoratsgruppe ledet av Statens Forurensningstilsyn (SFT).

Olje- og Energidepartementet, med NVE som sentralt direktorat, har ansvar for forvaltningen av vannmengdene i Norge. NVE er landets overordnede forvaltningsorgan for vann- og energiresurser, og har som mål å bidra til en best mulig forvaltning av disse. Miljøverndepartementet har, sammen med Statens Forurensningstilsyn, ansvaret for å hindre vannforurensning og å sikre at det blir tatt hensyn til biologisk mangfold og friluftsinnteresser ved utbygging og inngrep langs vassdrag. De viktigste verktøy i vassdragsforvaltningen er vannressursloven,

2. Teori

plan- og bygningsloven, forurensningsloven og lakse- og innlandsfiskloven. Kommunene styrer arealbruk etter plan- og bygningsloven. Det er kommunen som har ansvar for at det blir tatt hensyn til vassdragsmiljøet og allmenne interesser knyttet til vassdrag (Schanche, 2003).

2. Metode

2.1 Klassifisering av elvestrekninger

Klassifiseringssystemet er utviklet i samarbeid med hovedveileder Kjell Nordseth, medveileder Tharan Fergus og masterstudent Ingeborg Kleivane. Som nevnt i innledningen skriver hun en lignende oppgave med Glomma som testvassdrag. Klassifiseringssystemet danner utgangspunkt for metoden. Metoden er bygget på tidligere arbeider av Kellerhals et. al. (1976), Smith-Meyer (1995) og Faugli et. al. (1987).

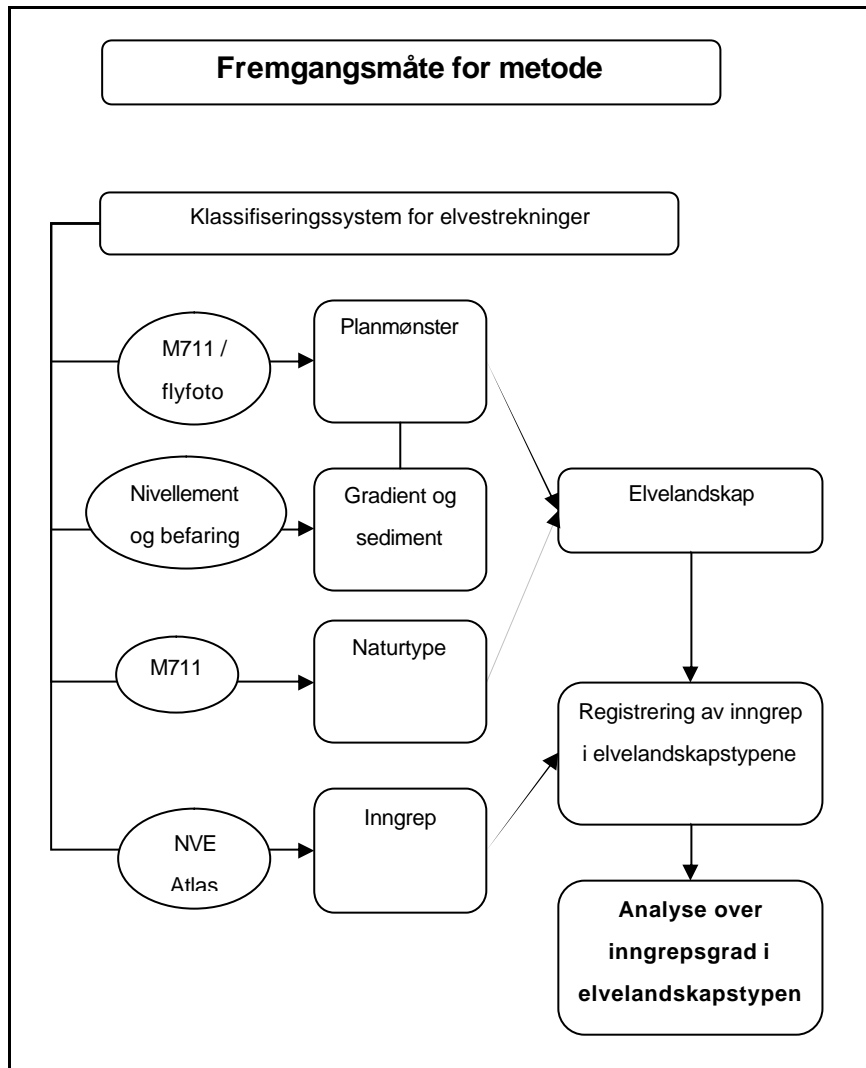
Tabell 3.1 viser klassifiseringssystemet som er utviklet for inndeling av elvelandskap. De grove inndelingene kalles grupper, som "1. planmønster". Underinndelingene kalles klasser, som "1a".

3. Metode

Tabell 2.1: Skjematisk fremstilling av klassifikasjonssystem for inndeling av elvelandskapstyper. Inngrep i NVE Atlas registreres til strekningene.

1. Planmønster i løp	1a. Meanderende løp; alluvialt materiale
	1b. Anastomoserende løp med elveslette (øyer)
	1c. Anastomoserende løp uten elveslette (banker)
	1d. Tilnærmet rett løp i alluvialt materiale med elveslette
	1e. Tilnærmet rett løp i alluvialt materiale uten elveslette
	1f. Tilnærmet rett løp i ikke-alluvialt materiale
	1g. Grovkorna rett løp, ikke-alluvialt materiale (eks. i morene)
	1h. Ravine i løsmasser
	1i. Løp over fast fjell (stryk, foss, evt geologiske grensebet.)
	1j. Gjel
	1k. Kunstige løp (eks. kanal)
	1l. Delta (samt vifte)
2. Gradient og sediment etter løp	2a. Bratt, grov
	2b. Middels, grov
	2c. Middels, sand
	2d. Middels, leire
	2e. Lav, grov
	2f. Lav, sand
	2g. Lav, silt og leire
3. Naturtype / Arealbruk på elveslette/ i flomsone	3a. Barskog
	3b. Løvskog
	3c. Flommark(skog)
	3d. Ravinelandskap
	3e. Myr
	3f. Jordbruk
	3g. Bebyggelse
4. Inngrepstyper i løp	4a. Terskler
	4b. Flomsikring
	4c. Erosjonssikring
	4d. Grusuttak
	4e. Bebyggelse
	4f. Jordbruk
	4g. Miljøtiltak
	4h. Vei- og jernbanefylling
	4i. Elvekraftverk

Fremgangsmåten for klassifiseringssystemet og analyse over inngrepsgrad er vist i figur 3.1. For å få god oversikt over klassifiseringsarbeidet er det laget et skjema (vedlegg A) hvor informasjon fra de ulike klassene registreres for hver strekning. Informasjon fra disse skjemaene brukes til inndeling av elvelandskapstyper og analyse over inngrepsgrad.



Figur 2.1: Illustrasjon av fremgangsmåte for metoden. Merk at M711-kartserien er hovedverktøy for inndeling av strekninger etter planmønster, og at flyfoto brukes som kontroll.

Planmønster er utgangspunkt for inndeling av strekninger. Videre gis strekningene klasser fra gradient/sediment og naturtyper. Gradienten (høydeforskjell i meter/kilometer = ‰) er regnet ut fra nivellement i NVE Atlas (NVE, 2005). Informasjon om høydeforskjell er hentet fra nivellementet mens avstanden er regnet ut i NVE Atlas. Sediment er bestemt etter observasjon i befaring. Naturtypene er gitt klasser etter data tilgjengelig fra M711-kartserien. Når alle klassene er registrert settes planmønster sammen med naturtype for inndeling av elvelandskap. Elvelandskapstypene settes så opp mot registrerte inngrep i NVE Atlas for å analysere inngrepsgrad. For analysen benyttes modell fra Voksø et al. (1996).

3. Metode

Strekningene kan få ulik lengde siden inndeling av elvestrekninger bestemmes etter planmønster (gruppe 1, tabell 3.1). Elvestrekningene gis nummer etter rekkefølge, kartblad og stedsnavn. Nummereringen starter ved utløpet. Etter inndelingen av planmønster vil gradient, sediment og naturtype gi en mer detaljert oversikt over elvestrekningene.

Inndelingen av gradient og sediment bestemmer klassene i klassifiseringssystemets gruppe 2. Gradient regnes ut etter vassdragsnivellelementet i NVE Atlas av 1935. Gradient brukes til oppgaven i tre klasser, slak, middels og bratt. Inndelingene er gjort etter Dahl og Godtland (1995):

- Slak < 1 promille
- Middels 1 – 2 promille
- Bratt > 2 promille

Inndelingen av sediment viser til kornstørrelse og er gjort etter Briggs (1977):

- Silt/leire < 0,06 millimeter i diameter
- Sand 0,06 – 2 millimeter i diameter
- Grovt > 2 millimeter i diameter

Naturtyper er registrert etter datamaterialet i M711 serien, flyfoto og befarings.

Elvelandskap defineres etter gruppene 1 og 3 i klassifiseringssystemet. Klassifiseringen av elvelandskap vil omfatte selve vannstrengen og elvesletten. Flomsonen for 100-årsflom brukes som definisjon på elveslette der denne finnes. I områder uten flomsonekart vil M711-kartene sine høydekoter og skjønn avgjøre omfanget av utstrekningen.

M711-kartserien brukes som hovedverktøy for klassifiseringsarbeidet. Kartserien gir oversikt over elvens utstrekning og løpsform. Flyfoto og befarings vektlegges

som mulige verktøy dersom kart skulle vise seg å ha for liten detaljeringsgrad. Samtidig benyttes flyfoto som kontroll av metode. I flyfotoarkivet ved institutt for geofag, UiO, er analoge flybilder tilgjengelige for hele Gaulavassdraget. Kvartærgeologisk kart (målestokk 1:250 000) over Sør-Trøndelag fylke (Reite, 1990) brukes som supplement til M711-serien for oversikt over sedimentkilder.

2.2 Inngrepsgrad

Strekningene fra klassifiseringsarbeidet settes opp mot registrerte inngrep i NVE Atlas. Analysen omhandler i hvilken grad elvelandskap er påvirket av inngrep. Inngrepsgrad vil bli forsøkt vektet etter modell fra *"Inngrepsindikator for vassdrag - perspektiver og muligheter"* (Voksø et al. 1996). Heretter referert til som inngrepsindikatoren. Inngrep gis indeks etter type, størrelse (utstrekning) og avstand til elven. Antall registrerte inngrep og deres indekser (tabell 3.2) i en strekning vil vise til strekningens inngrepssum. Inngrepssum vil vise til i hvilken grad elvestrekninger er påvirket av inngrep. Det vises til **ingen**, **liten**, **middels** og **stor** påvirkningsgrad fra inngrep etter inngrepssum. Disse er:

- Sum vekt 4 og mer: Strekninger med **stor** grad av inngrep
- Sum vekt 2 og 3: Strekninger med **middels** grad av inngrep
- Sum vekt 1: Strekninger med **liten** grad av inngrep
- Sum vekt 0: Strekninger der det ikke er registrert fysiske inngrep (**ingen** påvirkning)

3. Metode

Tabell 2.2: Inndeling av inngrepsindeks etter type og lengde på inngrep. *) Naturlig variasjon kan være stor, men regulering endrer fluktuasjon i forhold til naturtilstanden. **) Tosidig forbygning gjelder som kanalisering. Hentet fra inngrepsindikatoren.

Inngrepstype		Avstand fra inngrep (m)	Inngrepsindeks
Kraftstasjon	i fjell	mindre enn 200 m	1
	i dagen	mindre enn 200 m	2
		200 - 500 m	1
		200 - 500 m	1
Reg. elvestrekning		ikke fastlagt	ikke fastlagt
Dammer	Damhøyde		
	Over 15 meter	mindre enn 100 m	4
		100 - 200 m	3
		200 - 500 m	2
	5 - 15 meter	mindre enn 100 m	3
		100 - 200 m	2
		200 - 500 m	1
	2 - 5 meter	mindre enn 100 m	2
		100 - 200 m	1
	Under 2 meter	mindre enn 100 m	1
Terskler	alle	mindre enn 100 m	1
Magasin *)	Reguleringshøyde (m)		
	Over 10 m		4
	3 - 10 m		3
	1 - 3 m		2
	Under 1 meter		1
Vei og jernbane	Vei, jernbane etter type		
	Jernbane, motorvei	Inntil 50 m	4
		51 - 100 m	3
		101 - 300 m	2
	Fylkesvei, kommunalvei	Inntil 50 m	3
		51 - 100 m	2
		101 - 300 m	1
	Privat vei, skogsvei,	Inntil 50 m	2
		51 - 100 m	1
Flomverk	Lengde av inngrep (m)		
	Over 300 m		4
	101 - 300 m		3
	Inntil 100 m		2
Kanalisering	Over 300 m		4
	101 - 300 m		3
	Inntil 100 m		2
Forbygning **)	Over 300 m		3
	101 - 300 m		2
	Inntil 100 m		1

3. Metode

Tabellen 3.2 brukes til inndeling av inngrepsgrad for strekninger og viser til inndelingen av inngrepsindekser. Merk at tabell 3.2 bare er et utdrag av arbeidet i inngrepsindikatoren. De inngrep av interesse for oppgavens problemstilling er tatt med. Forbygninger vektet etter sikringens lengde. Sikringer kan være bygget opp av mange små parseller. Hvis disse overlapper hverandre i NVE Atlas blir inngrepsindeks gitt som om det vises til en sammenhengende, lang sikring.

Når strekningene er gitt inngrepsgrad sammenlignes strekningene av samme elvelandskapstype for å definere elvelandskapstypenes generelle påvirkning fra inngrep i vassdraget. Strekninger med **ingen** og **liten** påvirkningsgrad vektlegges for problemstillingen.

3. Testvassdrag

Det er valgt ut en elv som ikke i nevneverdige grad er regulert med kraftverk. Dette støttes i ”*Gaula i Sør-Trøndelag: en hydrologisk og fluvialgeomorfologisk vurdering*” (Nordseth, 1982). Regulering vil kunne påvirke hele vassdraget slik at mengden inngrepsfrie områder naturlig reduseres. Siden hovedmålet med oppgaven er å kartlegge inngrepsfrie områder er det ønskelig med et testvassdrag som i liten grad er påvirket av regulering.

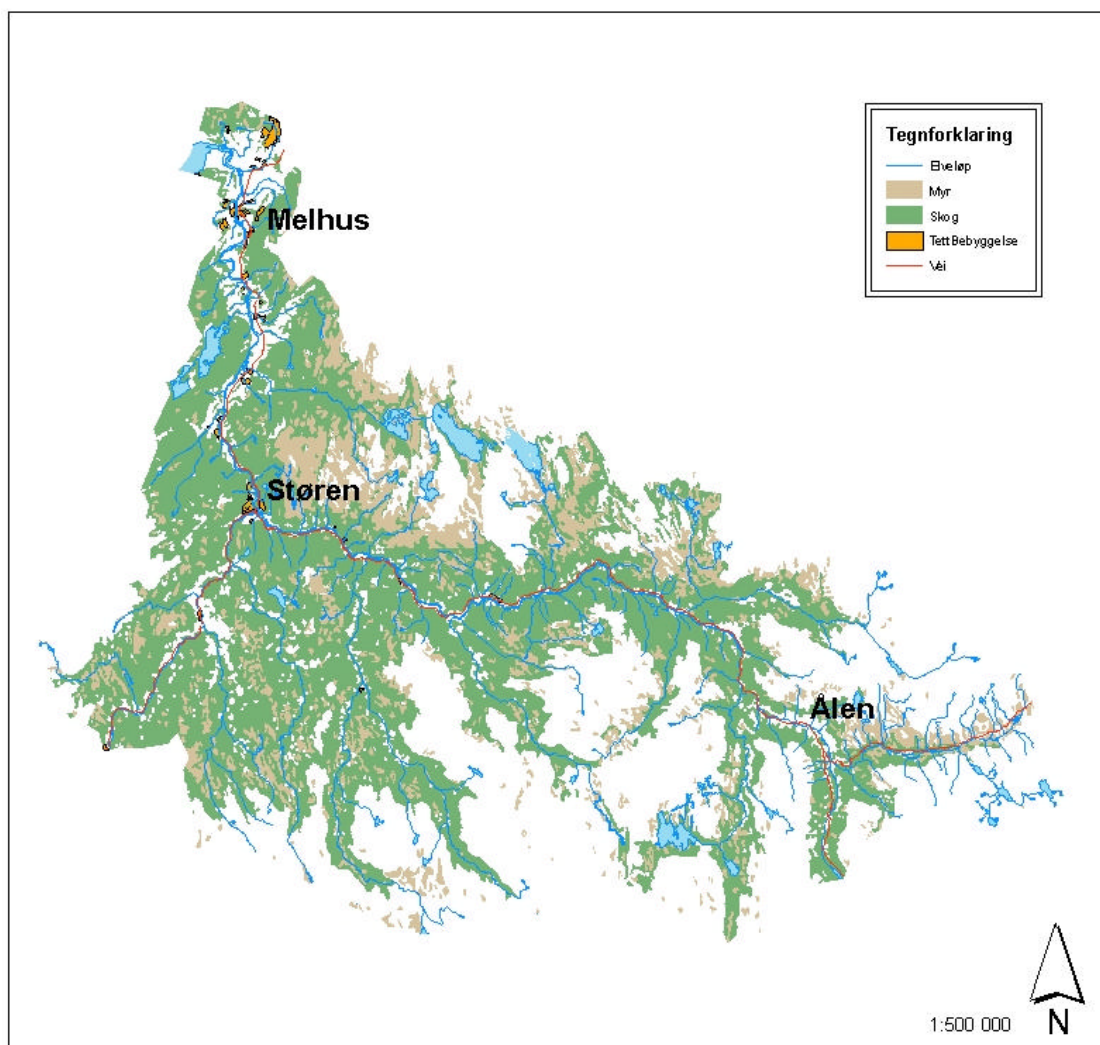
Gaula er definert som typevassdrag. Eie et. al. (1993) definerer typevassdrag som et vassdrag som kan representere et større antall vassdrag i den region det tilhører, og dermed inneholde mest mulig av regionens typiske naturformer og plante- og dyreliv. Dette burde gi utgangspunkt for å finne en god variasjon av elvelandskapstyper i Gaula.

3.1 Skildring av Gaula

Gaula ligger i Sør-Trøndelag fylke og er Midt-Norges største vassdrag tatt i betraktning størrelsen på nedbørsfeltet. Nedbørsfeltet er 3655 km² og årstilsiget er 3067 millioner m³/år (NVE, 2005). Elven renner ut i Gaulosen (Øysand) og har sin kilde i grenseområdet mellom Holtålen, Røros og Tydal kommuner hvor Glomma går sørover og Nea-vassdraget/Nidelva går nordover. Gaula følger

4. Testvassdrag

Gauldalen mot vest til Støren, hvor den dreier nordover til Trondhjemsfjorden. Gaula renner gjennom Holtålen, Midtre Gauldal og Melhus kommuner.



Figur 3.1: Oversiktskart over Gaulas nedbørsfelt.

Tabell 3.1: Kartbladene fra M711-kartserien er hovedverktøy til klassifiseringsarbeidet. Tabellen viser til M711-kart som brukes til klassifisering i Gaula sett i rekkefølge fra utløp til kilde. M711-kartserien (1:50 000) er Norges topografiske hovedkartserie og gis ut av Statens Kartverk.

Navn	Kartblad	Utgave
Orkanger	1521-I	2004
Trondheim	1621-IV	1999
Støren	1621-III	2004
Budal	1620-IV	1995
Haltdalen	1620-I	1995
Ålen	1720-IV	1995

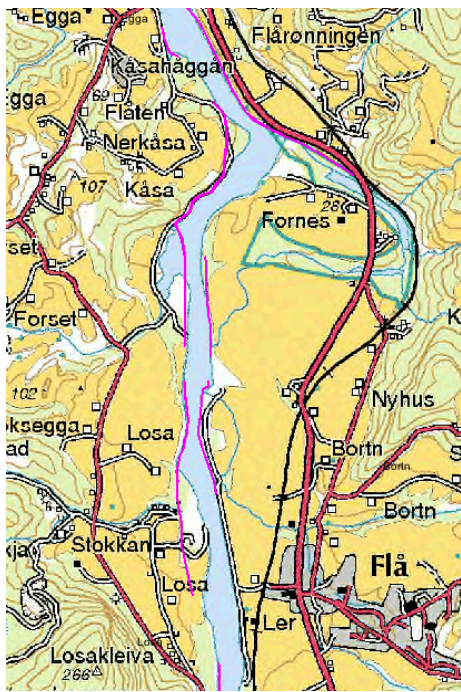
Geologi og løsmasser

Berggrunnen i området er for det meste av kambrosilurisk opprinnelse, dannet for 400-600 millioner år siden. Metamorfe bergarter preger området. Fra kilden til Støren består berggrunnen av ulike gneiser, men med mange forekomster av kalkrike bergarter som skaper lokaliteter med rik flora. De nedre deler fra Støren til Gaulosen består av yngre, lett forvitrelige bergarter som grønnstein, leirskifer og fyllitt. Praktisk talt hele området er dekket av løsmasser (Sperstad, 1983).

Hoveddalføret i Melhus preges av en godt utviklet elveslette, med for det meste forholdsvis grov grus over et mektig lag med leire. Leireforekomstene er et resultat av avsetninger av finmasser på havbunnen over flere tusen år. Etter hvert som landet har hevet seg, etter siste istid, har leiren blitt liggende under et varierende tykt lag med fluvialt materiale. Dette materiale stammer fra breavsetninger og erosjon lenger opp i vassdraget (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a). Nord for Støren er det marin leire i dalbunnen. Leirelaget er enkelte steder hele 80 meter tykt (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a). Den høyeste marine grense ligger på 180 meter, og strekker seg i vassdraget helt opp til Singsås (Rokoengen, 2001).

Gauldalen er kraftig nedskåret etter siste istid. Nedskjæring fører til en naturlig begrensning for elvens mulighet til å utnytte de elvenære områder, i alle fall i øvre deler. På grunn av at Gaulas dal er trang og dypt nedskåret har både glasifluvialt og fluvialt materiale svært liten utbredelse i midtre og øvre deler (Nordseth, 1982). Den dominerende bevegelsesretningen på isen under siste istid var i Gauldalsområdet fra sørøst mot nordvest (Reite, 1990). Terrengformasjonene i Gauldalen er dannet av landheving og istid/is. På hele elvesletten fra Støren til Gaulosen er det tydelige spor etter tidligere elveløp. Elven har gjentatte ganger skiftet løp i hele dette området. Der det er forholdsvis kort tid siden elven skiftet løp, finner man i dag gjerne en kroksjø som er avsnørt fra elven slik den går i dag. Et godt eksempel på dette er kroksjøen ved Fornes (bilde 4.1). Denne kroksjøen ble dannet i 1902 da Gaula skiftet løp (Rokoengen, 2001). Ved Hovin er det sju

4. Testvassdrag



Bilde 3.1: Krokstjøen ved Farnes. Fra NVE Atlas (NVE, 2005)



Bilde 3.2: Utvasking av leire ved Leberg i Melhus kommune. Foto: M. Myhre, 7.6.2005.

markerte terrasser (forlatte elvesletter) i landskapet som er dannet ved forskjellige havnivåer (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a).

Gaula defineres som en nordisk ”grusbunn elv” (eng.: gravel-bed channel) (Dahl og Godtland, 1995). Selv om elven defineres som en ”grusbunn elv” er stein hyppigere representert enn grus i vassdraget. Materialet i en ”grusbunn elv” elv er slipt og formet, delvis

rundet, av elvens erosjon. Løpsform er

avhengig av strømmetning og de seneste flomhendelser i vassdraget. (Brierley og Fryiers, 2005). Et lag grovt materiale ligger ofte over et lag finere materiale. Dette er representert i Gaula med marin leire opp til Singsås. Bunntransport av dekklaget er betydelig i Gaula. På grunn av masseuttak av grus blottlegges leiren (Dahl og Godtland, 1995). Dette fører til sterk vertikal erosjon.

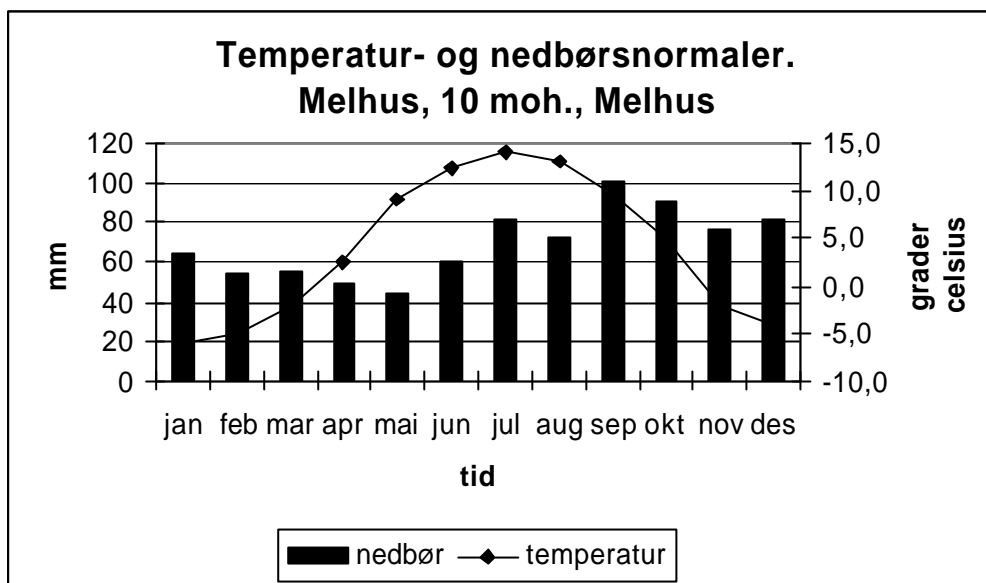
Elven blir på grunn av de store svingningene i vannføring karakterisert som en effektiv masseførende elv. Gaula fører store mengder masse i form av bunntransport, suspendert

materiale og oppløste stoffer. I et normalår er transporten beregnet til over 50 000 tonn (Bulgurlu, 1977). Dette medfører at elven i stor grad endrer det elvenære landskapet, og at den stadig er i bevegelse i forhold til dalbunnen. Det er vanskelig å peke på bestemte kilder for den massetransporten som finner sted, men det er en gradvis erosjon i bunn og elvesider i hele dalføret. Sidevassdragene,

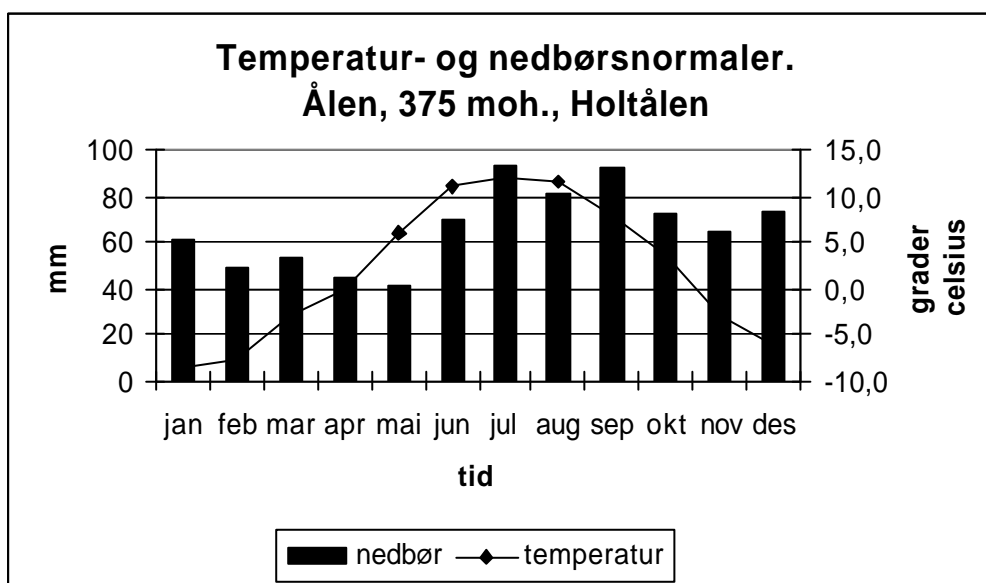
Hydrologi og klima

Gaula er kjent som en flomelv på grunn av liten andel innsjø i nedslagsfeltet. Innsjøarealet i nedbørsfeltet er 2,7 %. De største innsjøene ligger alle relativt perifert i feltet og den effektive innsjøprosenten i vassdraget er svært lav (Nordseth, 1982). Siden magasineringssevnen er lav, vil flom inntreffe ved store nedbørsmengder. Som regel er vannføringen størst når snøsmeltingen er på topp i fjellet. Det skjer vanligvis i siste halvdel av mai. Den aller største flommen i Gaula (1940) inntraff imidlertid på høsten, når tidlig snøfall i fjellet ble etterfulgt av mildvær og mye regn (Nordseth, 1982). Ved Haga bru er det målt vannføring i Gaula i over 80 år. Gjennomsnittlig vannføring på denne målestasjonen er 78,5 m³/s. (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a). Under flommen i 1940 ble vannføringen her målt til 3060 m³/s (Nordseth, 1982). Til sammenligning ble vannføringen 2. juni 1995 målt til 1284 m³/s (Dahl og Godtland, 1995).

Nedbørsmengden i nedslagsfeltet til Gaulavassdraget er moderat. Gjennomsnittlig årsnedbør varierer fra 700–1500 mm/år i nedbørsfeltet (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a). Variasjonene i feltet vises i figur 4.3 og 4.4. Det er valgt stasjoner som følger Gaulas hovedløp. Stasjonen i Melhus er representativ for Gaulas nedre partier mens stasjonen i Ålen viser forholdene lenger oppe i vassdraget.



Figur 3.3: Temperatur- og nedbørsnormaler for målestasjon nr. 67160 i Melhus. Data fra Meteorologisk institutt (Meteorologisk institutt, 2005).



Figur 3.4: Temperatur- og nedbørsnormaler for målestasjon nr. 67780 i Ålen. Data fra Meteorologisk institutt (Meteorologisk institutt, 2005).

Siden størsteparten av nedbørsfeltet ligger i en høyde fra 300 – 900 meter over havet, er en stor del av arealet dekket av myr og skog. Det er relativt store variasjoner i nedbørsmengder og temperaturforhold fra områdets østre til vestre deler. Dette bidrar til at det er stor variasjon av naturtyper i vassdragets nedbørsfelt. I de nedre delene av Gauldalen er gråor vanlig. Den dominerer de lavere delene av dalsidene, der grunnen er ustabil ved elvekanten og langs bekkene.

4. Testvassdrag

I tillegg til gråor domineres løvskogen av alm og hassel, mens gran dominerer barskogen i området (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a). Ved Gaulhåen, 821 meter over havet, er det myr, blåbærhei og fjellbjørk som er de dominerende naturtyper.

Registreringen fra Direktoratet for naturforvaltning (DN) sin håndbok 13 (DN, 1999) viser at kommunene langs Gaula har en rekke naturtyper innen myr, skogsområder, våtmark, fjell, ferskvann og kulturlandskap. Det poengteres i rapportene at det er lagt vekt på naturtyper som er tilknyttet hovedvassdraget, eller spesielt viktige forekomster i eller langs sidevassdragene (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a; 2000b). Håndbok 13 beskriver 56 naturtyper som er antatt å være spesielt viktig i sammenheng med biologisk mangfold. Melhus og Midtre Gauldal kommuner har fullført registreringen med hver sin VVV-rapport (Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, 2000a; 2000b). Holtålen har presentert sine resultater i databasen *Naturbase* (DN, 2005b) opprettet av Direktoratet for naturforvaltning.

Tabell 3.2: Vernede eller verneverdige lokaliteter med flommarkskog langs Gaula. Fra DN-rapport-1991-2, lest i "Veileder til Gaulavassdraget" (Sørensen, 1996[?]).

Lokalitet	Kommune	Vegetasjonstyper
Støren Stasjon	Midtre Gauldal	Pionervegatasjon/Gråor-heggeskog
Ytter Skjervollsløkkja	Melhus	Pionervegatasjon/Gråor-heggeskog
Lundamo: Sokna	Melhus	Pionervegatasjon/Gråor-heggeskog
Hovin	Melhus	Pionervegatasjon/Gråor-heggeskog
Løre	Melhus	Gråor-heggeskog/Sumpvegetasjon
Stavsengan	Melhus	Gråor-heggeskog
Fornesevja	Melhus	Pionervegatasjon/Gråor-heggeskog/Sumpvegetasjon

Mye av den opprinnelige flomvegetasjonen i Gaula er ødelagt av grusuttak, veibygging og annen utbygging. Dessuten har forbygninger ført til at flompåvirkning er sterkt redusert (Sørensen, 1996[?]).

Inngrep

Gaula-vassdraget er i liten grad regulert. Kraftutbyggingsinngrep av noe betydning er gjort ved:

- Gaula ved Reitan Kraftverk
- Holta i Haltdalen ved Rødbergfoss Kraftverk
- Loelva ved Lofoss Kraftverk
- Lundesokna ved SAMA og Håen Kraftverk

Av det totale innsjøarealet i Gaulas nedbørsfelt er ca. 1/3 regulert for kraftformål (Nordseth, 1982). Dette synes betydelig, men i hydrologisk effekt er likevel inngrepet lite merkbart på grunn av det lille innsjøarealet i feltet. Lundesokna er det største av de fire reguleringsmagasinene. Lundesokna kommer ut i Gaula nedenfor Haga bru, og de samlede reguleringene i vassdraget synes å ha svært liten innflytelse på det hydrologiske regimet, både opp- og nedstrøms Lundamo (Nordseth, 1982).

Gaulavassdraget har siden vedtak i Stortinget i 1986 vært vernet mot kraftutbygging (verneplan III). Lundesokna er unntatt fra vernet fordi vassdraget allerede var utbygd på vernetidspunktet, men er vernet i forhold til fremtidige utbygginger. Det er ikke til dags dato planlagt noen mini- eller makroreguleringer i Gaulas hovedløp (pers. medd., Øyvind Løkken, Midtre Gauldal kommune, 7.6.2005).

Ved siden av naturlige begrensninger er menneskelig aktivitet, i form av vei- og jernbanebygging, samt fysiske inngrep gjort av NVE, viktige faktorer for å hindre elvens muligheter til å ta i bruk elvesletten i dalen. De fleste inngrepene i

vassdraget er sikringstiltak, men det finnes også mange inngrep i Gaula av historisk karakter. Eksempel på dette er inngrep utført i forbindelse med sagdrift, gruvedrift, kværner og møller, hvor elven om vinteren ble brukt til transport av materiale til og fra industrien. Gaula er også preget av store mengder masseuttak av grus.

3.2 Befaring

Befaring viser dagens situasjon og gir bedre informasjon om strekninger/områder hvor M711-kartserien og flyfoto ikke strekker til. Befaring brukes til klassifiseringsarbeidet der det er usikkerhet i forhold til informasjon fra kart og flybilder.

Befaringen var i perioden 3. – 11. juni 2005. Denne befaringen ble gjort i samarbeid med Ingeborg Kleivane. Målet med befaringen var å få en oversikt over vassdraget, samt sammenligne virkeligheten med kartene i M711-serien. Gaula ligger relativt lett tilgjengelig fra riksvei 30. Samtidig får man god oversikt når man kommer litt opp i dalsidene. Dette resulterte i en god oversikt over vassdraget fra utløpet til Ålen. Fra Ålen og opp til Gaulhåen er det vanskeligere å få en oversikt over vassdraget. Denne delen av Gaula ble befart onsdag 8. juni. Veien over fjellet åpnet fredag 3. juni, og det var mye snø oppe ved kilden. Dette gjorde arbeidet vanskeligere her enn nede i Gauldalen. Det ble også forsøkt å få en oversikt over naturtyper. Særlig var det rettet oppmerksomhet rundt overganger mellom dominerende naturtyper i Gauldalen.

Siden kildeområdene til Gaula er av størst interesse for eventuelle inngrepsfrie strekninger ble det lagt en egen befaring til dette området 2. – 4. september 2005. Dalen er stedvis trang og dypt nedskåret. Dette gir en utfordring ved befaring. Strekningen er derfor delvis befart der tilgjengeligheten gjorde det mulig.

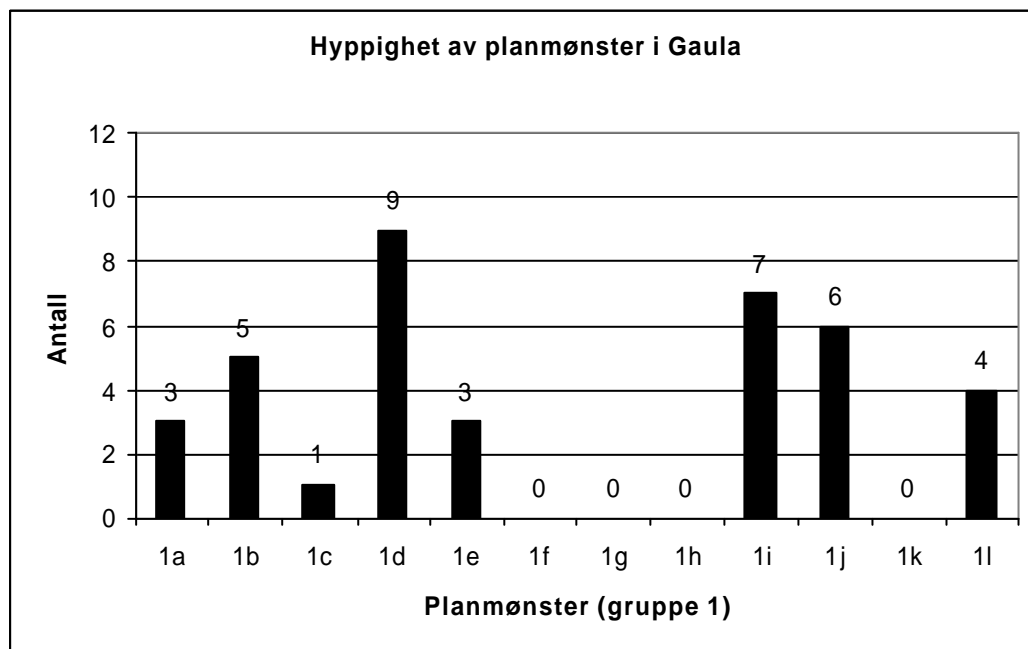
4. Resultater

4.1 Planmønster

Inndelingen av planmønster fra M711-kartserien resulterte i 35 strekninger i Gaula. Etter kontroll fra flybilder er resultatet justert til 38 strekninger. Det er resultatene fra kontrollen (vedlegg B) som brukes i bearbeidelsen av resultatene. Strekningene beskrives etter stedsnavn i M711-kartserien. Oversikt over strekningenes nummer og stedsnavn er vist i vedlegg C. Forandringene gjort etter kontroll følger:

- Strekningen Støren – Bones var fra kart delt opp i to strekninger. Begge var definert som *tilnærmet rett løp i alluvialt materiale med elveslette*. Dette ble valgt siden nivellementet viste til en liten overgang i gradient i området. Disse to strekningene ble etter kontrollen satt sammen til en strekning.
- Bones - Basmoen var samlet til en strekning definert som *anastomoserende løp med elveslette* etter klassifiseringen fra kart. Etter kontroll er Singsås skilt ut som egen strekning og gitt planmønster *delta/vifte*. Strekningene Bones – Singsås og Singsås - Basmoen defineres som *anastomoserende løp med elveslette*.

- Strekningen Basmoen - Gillset var etter kart definert som *tilnærmet rett løp i alluvialt materiale uten elveslette*. Strekningen fra Basmoen til Gillset er 18,4 kilometer og inndelingen ble bestemt etter tilstedeværelse av elveslette i strekningene før og etter. Etter kontroll er Lunheim – Langletet skilt ut som egen strekning og gitt planmønster *gjel*. Strekningene Basmoen – Lunheim og Langletet - Gillset beholdt planmønsteret *tilnærmet rett løp i alluvialt materiale uten elveslette*.
- Klasseinndelingen til strekningen Gunnavollen var uklar etter klassifiseringen basert på M711-kartserien. Ut fra planmønster og sinusitet kunne dette være en meanderende strekning (M711 og NVE Atlas). Det ser imidlertid ut som om strekningen renner i fast fjell (fra kontroll). Gunnavollen er derfor definert som *løp over fast fjell*. Valget grunnes ved at prosessene for utvikling av løpsform hemmes av geologiske grensebetingelser (her fast fjell) i området. Strekningen er ikke sett på i befaring.



Figur 4.1: Elvestrekningene i Gaula etter klassifiseringssystemets gruppe 1: planmønster. Data fra vedlegg B. Klassene er representert etter klassifiseringssystemet i tabell 3.1.

Figur 5.1 viser til hyppigheten av de ulike planmønstre etter inndeling av strekninger. Det viser seg at *tilnærmet rett løp i alluvialt materiale med elveslette* er den hyppigste løpstypen i Gaula med ni strekninger. *Løp over fast fjell og gjel* er også godt representert. *Tilnærmet rett løp i ikke-alluvialt materiale, grovkorna rett løp i ikke-alluvialt materiale, ravine i løsmasser og kunstig løp* er ikke registrert i denne klassifiseringen.

Meandrerende løp (klasse 1a) er registrert i Gaulas nedre partier samt i kildeområdet. *Meandrerende løp* er representert med tre strekninger. Strekningene Gaulosen – Udduvoll bru og Trannmel - Kvål er meandrerende løp med utpreget elveslette dominert av jordbruk i Melhus kommune. Disse er definert etter planmønster og sinusitet fra M711-kart og NVE Atlas. Strekningen ved Stømnsvollen meandrerer i myr ved kilden, Gaulhåen. Denne strekningen er også definert etter planmønster og sinusitet. Strekningen er kontrollert i befaring.

Anastomoserende løp med elveslette (klasse 1b) er representert med fem strekninger (se vedlegg B). *Anastomoserende løp med elveslette* er funnet i hele vassdraget. Det viser seg fra klassifiseringen at klassen gjentagende opptrer sammen med sideelver av en viss størrelse (som eksempel kan strekningen Bones - Singsås nedstrøms sideelven Bua nevnes). Dette forklares ved at sideelvene opptrer som sedimentkilder til vassdraget.

Anastomoserende løp uten elveslette (klasse 1c) er representert med en strekning (Bukkrønningen - Eidfossen). Denne strekningen ligger nedstrøms Eidfossen i Holtålen kommune. Klassifiseringen av strekningen er bestemt etter kart på grunnlag av små øyer i elveløpet og mangel på elveslette.

Tilnærmet rett løp med elveslette (klasse 1d) er den løpsform det er registrert flest av i Gaula etter denne metoden. Det er definert ni strekninger av klassen (se vedlegg B). Løpstypen er registrert i hele vassdraget og skiller seg ikke ut til spesifikke deler slik som for eksempel *meandrerende løp*. Det viser seg fra kontrollen at mange av strekningene av *tilnærmet rett løp med elveslette* har sidebanker i løpet. Djupålen svinger som nevnt i teorien (kapittel 2.3).

Tilnærmet rett løp i alluvialt materiale uten elveslette (klasse 1e), er representert med tre strekninger i Gaula. De er registrert i deler av elven hvor dalen er trang. Stedvise områder med jordbruk er registrert, men ikke i en slik grad at elveslette er vektet ved inndeling av klasse. Strekningene er: Basmoen – Lunheim, Langletet – Gillset og Eidfossen – Benda.

Siden Gaula er definert som en bratt elv, vil det være naturlig med sekvenser av *løp over fast fjell*. (klasse 1i). Det er definert sju strekninger i denne klassen (se vedlegg B). De største fossene, Gaulfossen, Egga foss og Eidfossen er lette å definere. Det vises at *løp over fast fjell* blir mer representativ jo høyere opp i vassdraget man kommer. Dette var ventet siden vassdraget merkbart blir brattere oppstrøms Egga foss. Strekningen Gunnavollen er som nevnt definert som *løp over fast fjell* på bakgrunn av geologiske grensebetingelser. De andre seks i denne klassen representerer *stryk/foss*.

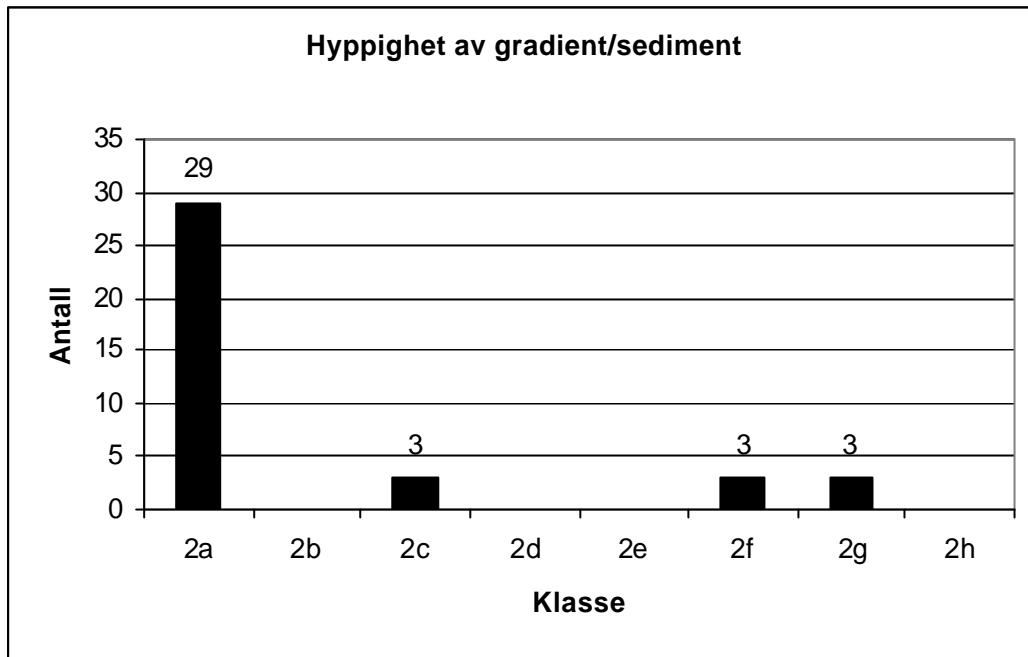
Gjel (klasse 1j) er representert med seks strekninger i Gaula. Det må også nevnes at mange av Gaulas sideelver renner i *gjel*. Gode eksempler er Rugla og Hesja.

Det er definert fire strekninger med planmønster *delta/vifte* (klasse 1l), hvorav en representerer *delta* og tre representerer *vifte*. Gaulosen er elvens delta ved utløpet til havet i Trondheimsfjorden. Viftene er dannet av sediment fra sideelvene Sokna, Bua og Forda.

Tilnærmet rett løp i ikke-alluvialt materiale (klasse 1f), *grovkorna rett løp - ikke-alluvialt materiale* (klasse 1g), *ravine i løsmasser* (klasse 1h) og *kunstig løp* (klasse 1k) er ikke registrert i denne klassifiseringen.

4.2 Gradient og sediment

Figur 5.2 viser en oversikt over hyppigheten til klassen gradient/sediment i Gaula.



Figur 4.2: Elvestrekningene sortert etter gradient og sediment. Klasseinndelingen viser til klassifiseringssystemets gruppe 2. Data fra vedlegg B.

Figur 5.2 viser at *bratt gradient, grovt sediment* (klasse 2a) er hyppigst representert i Gaula. I de nedre partier, nedstrøms Gaulfossen, er det *lav gradient, grovt sediment* (klasse 2f) og *lav gradient, sand* (klasse 2g) representert. *Middels gradient, grovt sediment* (klasse 2c) er representert med tre strekninger. Denne klassen defineres etter promille 1-2. Alle tre ligger i den delen av elven som Dahl og Godtland (1995) kaller overgangssonen mellom Gaulas slake og brattere partier.

4.3 Naturtyper

Vedlegg D viser til naturtypene som er registrert langs Gaula, og til hvilke planmønster de viser seg gjeldende.

Jordbruk (klasse 3f) viser seg representativ for de nedre deler av vassdraget. *Jordbruken* er utpreget i alle løpstyper hvor det er registrert elveslette. *Løvskogen* (klasse 3b) opptrer som kantvegetasjon der *jordbruk* preger elvesletten. Løvskog er også registrert på bankene i Gaulas løp. *Barskogen*

(klasse 3a) er representativ der jordsmonnet vises litt karrigere, ofte i dalsidene og lengre opp i vassdraget. *Barskog* vises hyppigst som naturtype i forhold til planmønster uten elveslette. *Stryk/foss* og *gjel* viser seg hyppigere i øvre deler av vassdraget enn i nedre deler. Disse er funnet representert hyppigst sammen med *barskog*. Løpstypene finnes vanligvis i deler av Gauldalen hvor elven er smal og dalen er trang.

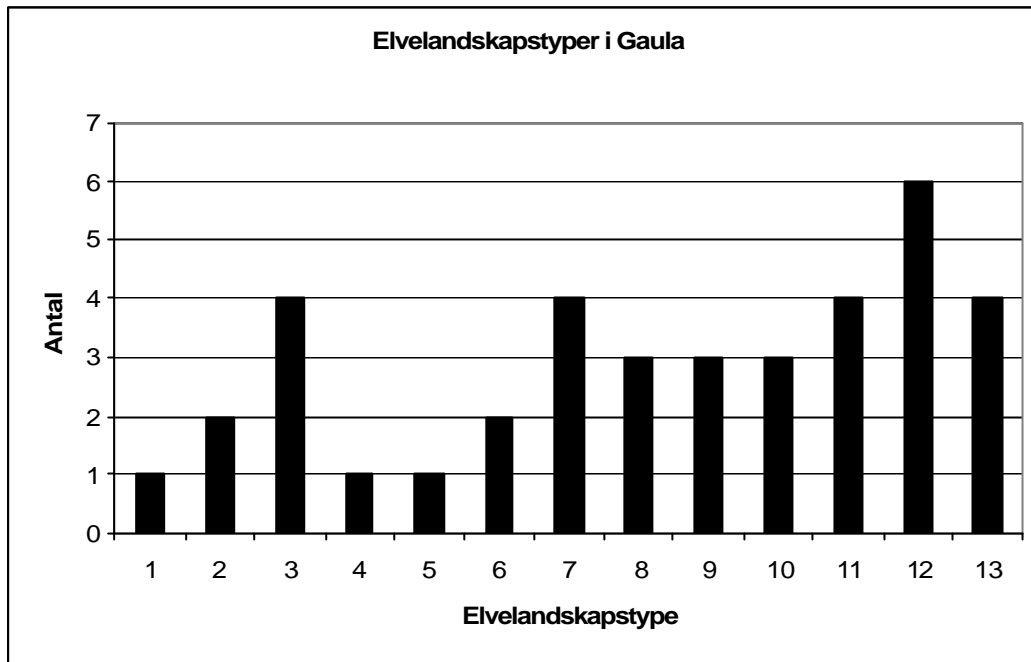
Løvskog og *myr* (klasse 3be) er representativ for nesten alle planmønstre. Denne koblingen av naturtyper finnes i kildeområdet til Gaula. *Løvskog* representerer her fjellbjørk og vier.

4.4 Elvelandskapstyper

Sett at inndelingen av planmønster og naturtyper er tilfredsstillende, er det fra vedlegg E definert 13 elvelandskapstyper i Gaula. Hyppigheten vises i tabell 5.1 og i figur 5.3.

Tabell 4.1: Oversikt over inndelingen av elvelandskapstyper i Gaula. Etter datamateriale fra vedlegg B og D.

Elvelandskapstype	Antall	Beskrivelse :
1	1	Meanderende løp i myr
2	2	Meanderende løp med elveslette - jordbruk
3	4	Anastomoserende løp med elveslette - variert skog
4	1	Anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr
5	1	Anastomoserende løp uten elveslette - skog
6	2	Tilnærmet rett løp med elveslette - skog og jordbruk
7	4	Tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog
8	3	Tilnærmet rett løp med elveslette - jordbruk
9	3	Tilnærmet rett løp uten elveslette - skog
10	3	Stryk/foss - skog
11	4	Stryk/foss - løvskog (myr)
12	6	Gjel - skog
13	4	Delta/vifte - jordbruk



Figur 4.3: Hyppighet av elvelandskapstypene i Gaula. Etter inndeling av elvestrekninger etter planform og naturtype. Elvelandskapstypene er gitt tall etter tabell 5.1. Data fra vedlegg E.

Figur 5.3 viser at elvelandskapstypene *anastomoserende løp med elveslette - variert skog* (type 3), *tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog* (type 7), *stryk/foss - løvskog (myr)* (type 11), *gjel - skog* (type 12) og *delta/vifte - jordbruk* (type 13) er hyppigst representert i Gaula.

De nedre deler av Gaula domineres av elvelandskapstyper med jordbruk. Elvelandskapstypene *meander med elveslette - jordbruk* (type 2), *anastomoserende løp med elveslette - variert skog* (type 3), *tilnærmet rett løp med elveslette - jordbruk* (type 8) og *delta/vifte - jordbruk* (type 13) viser seg gjeldende. Dette var ventet siden det er i dette området elvesletten er mest utviklet. Overfor Gaulfossen, opp mot Egga foss, er det elvelandskapstypene *tilnærmet rett løp med elveslette - skog og jordbruk* (type 6) og *tilnærmet rett løp uten elveslette - skog* (type 9) som er hyppigst representert. Ovenfor Egga foss er det elvelandskapstyper rettet mot mindre elveslette, overgang til barskog og brattere gradient som dominerer. Disse er representert ved elvelandskapstypene *stryk/foss - skog* (type 10) og *gjel - skog* (type 12). Rundt kilden dominerer elvelandskapstypene hvor myr og fjellbjørk representerer

naturtypen. Elvelandskapstypene *tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog* (type 7) og *stryk/foss - løvskog (myr)* (type 11) er gode eksempler her.

Klassifiseringen av elvelandskapstyper er presentert på kart utarbeidet i ArcGIS. Det er brukt vektordata i målestokk 1:250 000. Disse er tilgjengelige på institutt for geofag ved Universitetet i Oslo. Vedlegg F, G, H og I viser hvilke elvelandskapstyper strekningene er definert som.

4.5 Inngrep

Erosjonssikring (klasse 4c) er den vanligste form for inngrep i Gaula. *Sikringstiltak* er bygget på begge sider av vassdraget fra utløpet til Singsås. Både tiltak over strekning og i punkt er godt representert. Tiltakene er lagt til områder hvor elvesletten preges av bebyggelse og/eller jordbruk (NVE Atlas). Vedlegg B viser at løpstypene *meandrerende løp; alluvialt materiale, anastomoserende løp med elveslette, tilnærmet rett løp i alluvialt materiale med elveslette, løp over fast fjell og delta/vifte* er direkte påvirket av inngrep. Alle strekningene som er registrert med inngrep ligger nedstrøms Singsås i vassdraget. Oppstrøms Singsås er det registrert kun ett inngrep i NVE Atlas. Dette er Reitan kraftverk. Vedlegg B viser til hvilke inngrep som finnes i hvilke løpsformer. Antall inngrep i strekningene, og i hvilken grad strekningene er påvirket av inngrep, sier vedlegget ingenting om. *Flomsikring* (klasse 4b) er funnet i to strekninger, Kvål - Gaulfossen og Bones - Singsås. Begge disse strekningene har *jordbruk* som naturtype.

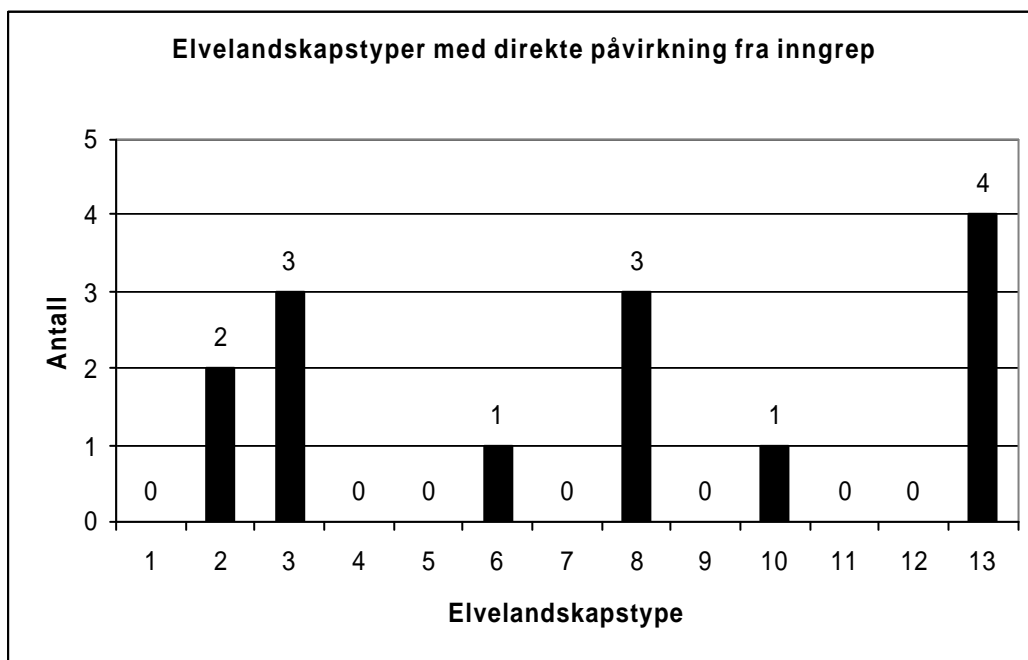
Vedlegg J og K viser en oversikt over inngrep utført av NVE, registrert i NVE Atlas.

4.6 Elvelandskapstype mot inngrep

Dette kapittelet gir en oversikt over de strekninger hvor det er ventet **stor** og **liten** påvirkningsgrad fra inngrep.

Tabell 4.2: Oversikt over strekninger med registrerte inngrep og hvilke elvelandskapstyper de er definert som. Data fra vedlegg B og C. Klasseinndelingen går etter grupperingen i klassifiseringssystemet. 1 = planmønster, 3 = naturtype, 4v = inngrep registrert på venstre side av elven og 4h = inngrep registrert på høyre side.

Nr.	Strekning	Klasseinndeling:				Elvelandskapstype
		1	3	4 (v)	4 (h)	
2	Gaulosen - Udduvoll bro	a	f	c		2
5	Tranmel - Kvål	a	f	c	c	2
4	Melhus - Tranmel	b	b, f	c	c	3
13	Bones - Singsås	b	a, b, f	bc	bc	3
15	Singsås - Basmoen	b	a, b, f	c	c	3
11	Støren - Bones	d	a, b, f	c	c	6
3	Udduvoll bro - Melhus	d	f (g)	c	c	8
6	Kvål - Gaulfossen	d	f	c	bc	8
8	Gaulfossen - Melen	d	f	c	c	8
28	Reitan Kraftverk	i	a	i	i	10
1	Gaulosen	l	f	c		13
10	Støren	l	f (g)	c	c	13
12	Bones	l	f	c		13
14	Singsås	l	f	c		13



Figur 4.4: Hyppighet av elvelandskapstyper med direkte påvirkning fra inngrep. Frekvensdiagrammet er laget fra data i vedlegg B og fra tabell 5.2.

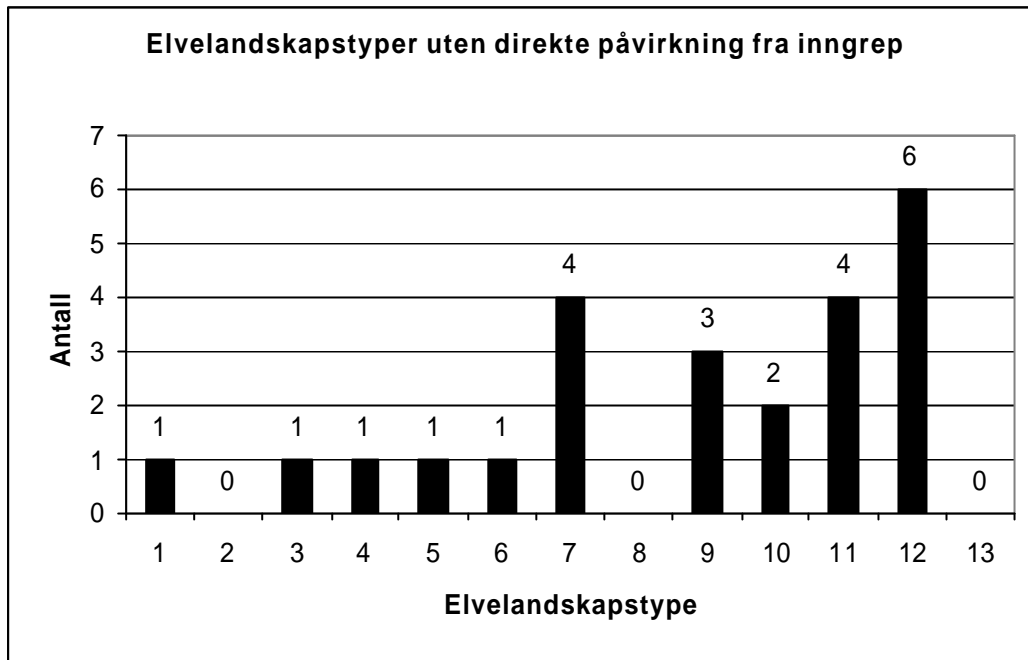
5. Resultater

Figur 5.4 viser at elvelandskapstypene 2, 3, 8 og 13 i størst grad er påvirket av inngrep i Gaula. Fra figur 5.4 er det ventet **stor** påvirkningsgrad fra inngrep i elvelandskapstypene:

- 2 Meander med elveslette - jordbruk
- 3 Anastomoserende løp med elveslette - variert skog
- 8 Tilnærmet rett løpt med elveslette - jordbruk
- 13 Delta/vifte - jordbruk

Tabell 4.3: Oversikt over strekninger uten registrerte inngrep og hvilke elvelandskapstyper disse representerer. Klasseinndelingen går etter grupperingen i klassifiseringssystemet. 1 = planmønster, 3 = naturtype og 4 = inngrep. Data fra vedlegg B.

Nr.	Strekning	Klasseinndeling:			Elvelandskapstype
		1	3	4	
38	Stømnvollen	a	e	nei	1
19	Gillset - Moen	b	a, b	nei	3
32	Bønsvollen	b	b (e)	nei	4
23	Bukkrønningen - Eafoss	c	a	nei	5
26	Benda - Engan bro	d	a, f	nei	6
30	Håvollan	d	b, e	nei	7
33	Finnlandsvollan - Sjursfloan	d	b (e)	nei	7
35	Jenåsvollan, Enhesvollan	d	b, e	nei	7
37	Gjårdvollan	d	b, e	nei	7
16	Basmoen - Lunheim	e	a, b	nei	9
18	Langletet - Gillset	e	a, b	nei	9
25	Eafoss - Benda	e	a	nei	9
21	Egga foss	i	a	nei	10
24	Eafoss	i	a	nei	10
7	Gaulfossen	i	b	nei	11
31	Gunnnavollen	i	b	nei	11
34	Sjursfloan	i	b, e	nei	11
36	Vollvollan	i	b, e	nei	11
9	Melen - Støren	j	b	nei	12
17	Lunheim - Langletet	j	a	nei	12
20	Moen - Egga foss	j	a (e)	nei	12
22	Egga foss - Bukkrønningen	j	a	nei	12
27	Engan bro	j	a	nei	12
29	Reitan Kraftverk - Tverråvollen	j	a	nei	12



Figur 4.5: Hyppighet av elvelandskapstyper uten direkte påvirkning fra inngrep. Frekvensdiagrammet er laget fra data i vedlegg B og fra tabell 5.3.

Figur 5.5 viser at elvelandskapstypene 7, 9, 11 og 12 i minst grad er påvirket av inngrep i Gaula. Fra figur 5.5 er det ventet **liten** påvirkningsgrad fra inngrep i elvelandskapstypene:

- 1 Meander i myr
- 4 Anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr
- 7 Tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog
- 9 Tilnærmet rett løp uten elveslette - skog
- 11 Stryk/foss - løvskog (myr)
- 12 Gjel - skog

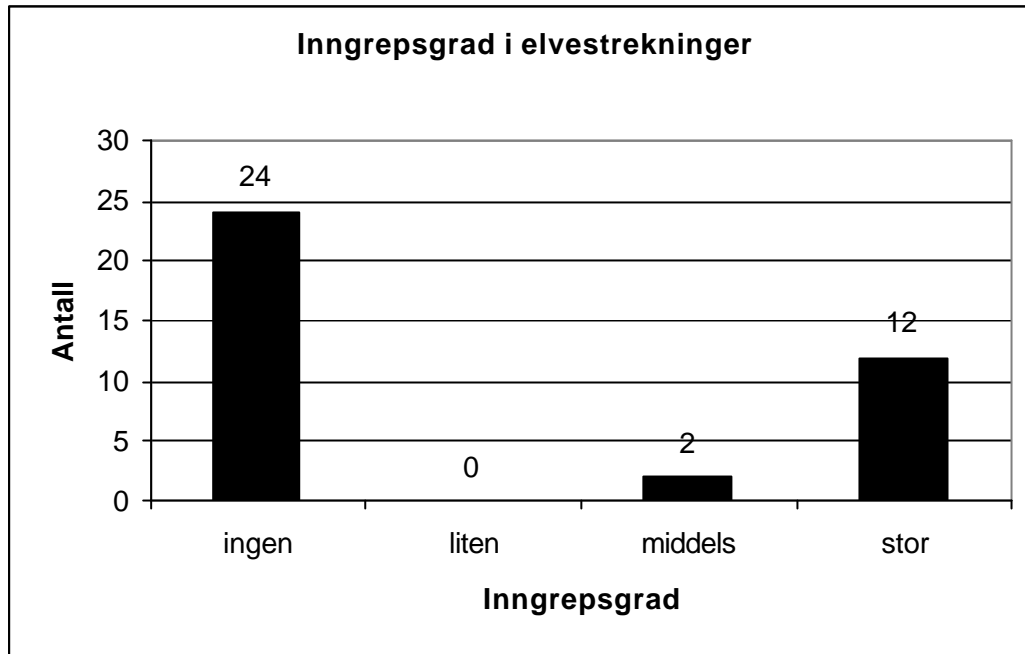
Figur 5.4 sammenlignes med figur 5.5. Dette gjøres for å sjekke om ventet inngrepsgrad er reell i forhold til innsamlet data. Utfallet i de elvelandskapstyper hvor det ikke er ventet inngrepsgrad er usikkert. Dette er elvelandskapstypene *anastomoserende løp uten elveslette - skog* (type 5), *tilnærmet rett løp med*

elveslette - skog og jordbruk (type 6) og *stryk/foss - skog* (type 10). I elvelandskapstype *tilnærmet rett løp med elveslette - skog og jordbruk* er det definert en strekning med direkte påvirkning, og en strekning uten direkte påvirkning fra inngrep. Det vil ut ikke være hensiktsmessig fra datagrunnlaget å vente påvirkningsgrad i disse elvelandskapstypene. For å ha en viss mening om utfallet av analysen er det ønskelig med flere strekninger av samme elvelandskapstype. Elvelandskapstype 1 og 4 er ventet som påvirket i **liten** grad selv om de er representert med en strekning hver. Dette forklares ved at begge strekningene er registrert i Gaulas øvre partier, oppstrøms Reitan kraftverk.

Ut fra resultatene viser det seg vanskelig å anta elvelandskapstypenes påvirkningsgrad. Antagelsene over elvelandskapstyper og deres påvirkning fra inngrep viser derfor til en enten/eller inndeling fra figurene 5.4 og 5.5.

4.7 Inngrepsgrad

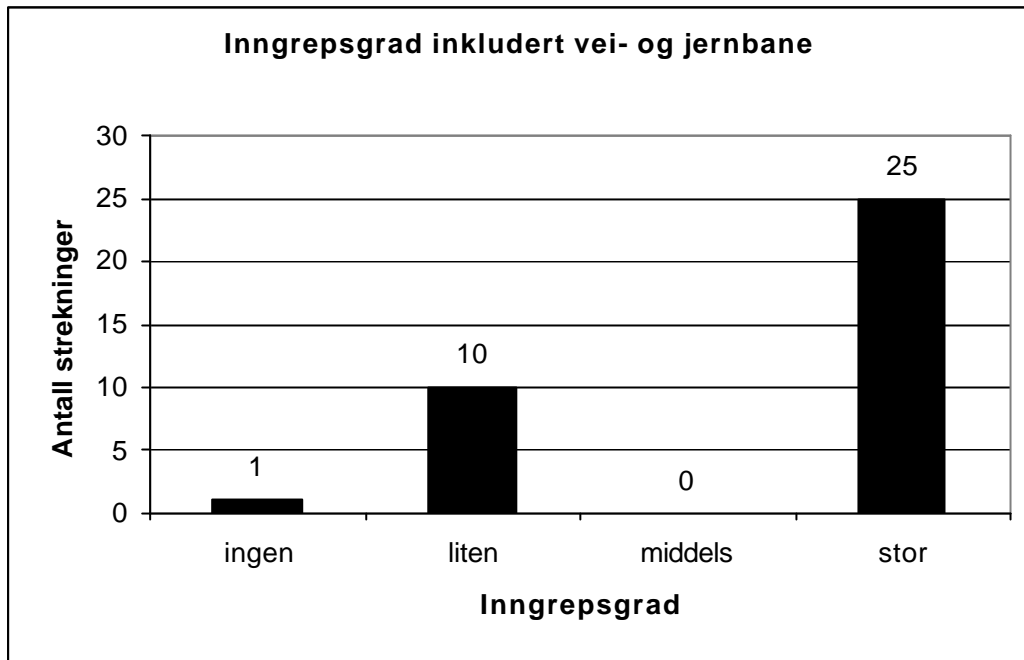
Analysen over inngrepsgrad vil forsøke å svare på i hvilket omfang de ulike elvelandskapstypene er påvirket av inngrep. Strekningene er gitt inngrepsgrad etter inngrepsindikatoren modell. Oversikt over inngrepsindeksene som vektlegges vises i tabell 3.2.



Figur 4.6: Frekvensdiagram over inndeling av strekninger etter påvirkning fra inngrep. Kategoriene "ingen", "liten", "middels" og "stor" viser til inngrepsgrad. Inngrepsgrad/inngrepssum er regnet ut etter inngrepsindekser i strekningene. "Ingen" tilsvarer inngrepsgrad 0, "liten" tilsvarer inngrepsgrad 1, "middels" tilsvarer inngrepsgrad 2 – 3 og "stor" tilsvarer inngrepsgrad større enn 4. Data fra vedlegg L. Etter modell fra inngrepsindikatoren.

Figur 5.6 viser at 24 strekninger er under **ingen** påvirkning fra inngrep. De 24 strekningene som er definert med **ingen** påvirkning av inngrep samsvarer med strekningene i tabell 5.3. Videre er to strekninger under **middels** påvirkning mens 12 strekninger er under **stor** påvirkning av inngrep. Ved å vektlegge alle inngrepene i hver strekning hver for seg, vil den totale inngrepssum være høy (> 4) i alle 12 strekningene med **stor** påvirkning fra inngrep.

Påvirkningsgrad fra et inngrep settes i sammenheng med strekningen den er registrert i, og effekten av inngrep opp- og nedstrøms kommer ikke med. Figur 5.6 viser derfor til en enten/eller påvirkning fra inngrep i strekningene. Inngrepstypene som er vektlagt i figur 5.6 er forbygning (erosjonssikring), flomverk, kanalisering (tosidig forbygning) og kraftverk. De overnevnte inngrep er registrert i selve vannstrengen, og vises i NVE Atlas.



Figur 4.7: Frekvensdiagram over inndeling av strekninger etter påvirkning fra inngrep. Diagrammet viser til påvirkning av inngrep ved å inkludere vei og jernbane. "Ingen" tilsvarer inngrepsgrad 0, "liten" tilsvarer inngrepsgrad 1, "middels" tilsvarer inngrepsgrad 2 – 3 og "stor" tilsvarer inngrepsgrad større enn 4. Data fra vedlegg M. Etter modell fra inngrepsindikatoren.

Figur 5.7 viser til samme fremgangsmåte som figur 5.6. Forskjellen er at vei og jernbane er lagt til som inngrepstyper i figur 5.7. Målet er å skape en mer realistisk oversikt over inngrepsgrad i strekningene. Dette tas opp i diskusjonen.

Ved å sammenligne figur 5.6 og 5.7 ser man at det er store forskjeller i resultat ved å inkludere vei og jernbane som inngrep. Strekninger med **ingen** påvirkning fra inngrep faller fra 24 til en. 10 strekninger er under **liten** påvirkning fra inngrep ved å inkludere vei og jernbane, mens 25 er under **stor** påvirkning.

5. Resultater

Tabell 4.4: Oversikt over strekninger med ingen og liten inngrepsgrad fra figur 5.7. Strekningene er satt opp etter elvelandskapstypene de representerer. Klasseinndelingen går etter grupperingen i klassifiseringssystemet. 1 = planmønster, 3 = naturtype og 4 = inngrep.

Nr.	Strekning	Klasseinndeling:			Elvelandskapstype	Inngrepsgrad
		1	3	4		
38	Stømnvollen	a	e	nei	1	ingen
32	Bønsvollen	b	b (e)	nei	4	liten
30	Håvollen	d	b, e	nei	7	liten
33	Finnlandsvollen - Sjursfloan	d	b (e)	nei	7	liten
35	Jenåsvollen, Enhesvollen	d	b, e	nei	7	liten
37	Gjårdvollen	d	b, e	nei	7	liten
31	Gunnsvollen	i	b	nei	11	liten
34	Sjursfloan	i	b, e	nei	11	liten
36	Vollvollen	i	b, e	nei	11	liten
27	Engan bru	j	a	nei	12	liten
29	Reitan Kraftverk - Tverråvollen	j	a	nei	12	liten

Tabell 5.4 viser at alle strekningene med **ingen** og **liten** påvirkning fra figur 5.7 er funnet i Gaulas øvre deler, oppstrøms Ålen.

4.8 Inngrepsstatus

Inngrepsstatus viser til elvelandskapstypenes generelle påvirkning fra inngrep, og bygger på en deskriptiv analyse av resultatene fra inngrepsindikatorens fremgangsmåte. Strekninger av samme elvelandskapstype sammenlignes for å bestemme elvelandskapstypenes status og inngrepsgrad. Analysen tar utgangspunkt i strekningene med **ingen** og **liten** påvirkningsgrad fra inngrep (tabell 5.4). Dette valget forklares ved at vei og jernbane ofte opptrer i ett med Gaula, og således har en vesentlig effekt på vassdraget. Dette tas opp i diskusjonen.

Strekningen Stømnvollen er eneste representant for *meanderende løp i myr* (type 1) i Gaula. Den er registrert ved Gaulhåen, Gaulas kilde. I befaringskart er samme type funnet i Litlgaula, ovenfor Gaulhåen. Dette er ikke en del av testvassdraget, men nevnes for å vise til observasjon av samme elvelandskapstype. Strekningen er ikke påvirket av inngrep i løpet, og veien har ingen innflytelse på elven i dette området. *Meanderende løp i myr* er derfor under **ingen** påvirkning fra inngrep i Gaula.

Strekningen Bønsvollen representerer elvelandskapstype *anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr* (type 4). Denne er eneste representant for sin elvelandskapstype i Gaula. Den ble tilegnet egen elvelandskapstype etter observasjon ved befaring. Elven er gitt påvirkning fra vei i området. Det er ikke registrert inngrep i elveløpet, og strekningen er ikke ”nabo” med strekninger direkte påvirket av inngrep. *Anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr* er under **liten** påvirkning fra inngrep i Gaula.

Strekningene Håvollan, Finnlandsvollan – Sjursfloan og Engesvollan representerer elvelandskapstype *tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog* (type 7). De er under påvirkning av vei. Det er ikke registrert inngrep i elveløpet i noen av strekningene. Ingen av strekningene er ”nabo” til strekninger med direkte inngrep. Dette betyr at *tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog* er under **liten** påvirkning fra inngrep i Gaula.

Strekningene Gunnavollan, Sjursfloan og Vollvollan representerer elvelandskapstype *stryk/foss - løvskog (myr)* (type 11). Dette viser at tre av fire strekninger definert som *stryk/foss - løvskog (myr)* er under **liten** påvirkning fra inngrep. Den siste strekningen, Gaulfossen, er gitt påvirkning fra vei og jernbane. Gaulfossen er definert mellom to strekninger av relativ **stor** påvirkningsgrad fra inngrep. Gaulfossen renner i fast fjell, og den er ikke direkte påvirket av inngrep i elveløpet. *Stryk/foss - løvskog (myr)* er, sett under ett, under **liten** påvirkning fra inngrep i Gaula.

Strekningene Engan bru og Reitan kraftverk - Tverråvollan representerer elvelandskapstype *gjel – skog* (type 12). Dette viser at to av seks strekninger av denne elvelandskapstypen er under **liten** påvirkning fra inngrep. Figur 5.5 viser at ingen av strekningene definert som *gjel - skog* er under direkte påvirkning fra inngrep. Dette betyr at de resterende fire (strekningene Melen – Støren, Lunheim – Langletet, Moen – Egga foss og Egga foss – Bukkrønningen) er påvirket av vei og jernbane i så stor grad at de ikke kan defineres som lite påvirket. Riksvei 30 går tett inntil elven ved alle disse fire strekningene. Strekningen Reitan kraftverk –

5. Resultater

Tverråvollen er registrert oppstrøms kraftverket, og er med stor sannsynlighet påvirket av inngrepet der. Engan bru er registrert nedstrøms kraftverket, og er også med stor sannsynlighet påvirket. På grunn av vei, jernbane og kraftverk er *gjel - skog* under påvirkning fra inngrep. *Gjel – skog* er ikke under **liten** påvirkning her.

Resultatene fra den deskriptive analysen sammenlignes med ventet inngrepsgrad fra figur 5.5. Det var ventet **liten** grad av påvirkning fra inngrep i elvelandskapstypene:

- 1 Meanderende løp i myr
- 4 Anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr
- 7 Tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog
- 9 Tilnærmet rett løp uten elveslette - skog
- 11 Stryk/foss - løvskog (myr)
- 12 Gjel - skog

Resultatene viser god overensstemmelse med de antagelser som ble gjort fra figur 5.5. Det vises at *meanderende løp i myr* (type 1) er under **ingen** påvirkning fra inngrep i Gaula. *Anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr* (type 4), *tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog* (type 7) og *stryk/foss - løvskog (myr)* (type 11) er under **liten** påvirkning fra inngrep i Gaula. Fra figur 5.5 var det ventet at elvelandskapstypene *tilnærmet rett løp uten elveslette – skog* (type 9) og *gjel - skog* var under **liten** påvirkning av inngrep. Resultatene fra figur 5.7, tabell 5.4 og den deskriptive analysen viser at dette ikke stemmer. De er under påvirkning av inngrep i form av vei og jernbane.

Det avsluttes med at elvelandskapstypene **meanderende løp i myr** (type 1), **anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr** (type 4), **tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog** (type 7) og **stryk/foss – løvskog (myr)** (type 11) defineres som inngrepsfrie i Gaula. Det må poengteres at dette

5. Resultater

resultatet avhenger av definisjon for inngrepsfrihet. En inngrepsfri elvelandskapstype er her definert etter hvorvidt strekningene den inneholder er påvirket av inngrep i **ingen** eller **liten** grad. Det vil si at den totale inngrepssum i strekningen er satt til 0 eller 1 etter inngrepsindikatorens fremgangsmåte. Samtidig er det lagt til grunn en deskriptiv analyse for resultatet. Definisjonene her er dannet på grunnlag av informasjon fra inngrepsindikatoren.

Inngrepsgrad presenteres på kart utarbeidet i ArcGIS. Inngrepsgrad vises etter strekninger i vedlegg N, O og P. Det er brukt vektordata i målestokk 1:250 000. Disse er tilgjengelige på institutt for geofag ved Universitetet i Oslo.

5. Diskusjon

5.1 Klassifiseringssystemet

Systemet til Dave Rosgen (1996) (kapittel 2.1) er godt utviklet og ville passet til målsetningen i denne oppgaven. Det hadde vært interessant å se om dette systemet passer til norske forhold. Det ble allikevel valgt å utvikle et eget klassifiseringssystem siden det var ønskelig å få en oversikt over hele testvassdraget i oppgaven. For rammene rundt en masteroppgave ville Rosgen sitt system blitt for detaljert til en registrering av hele vassdraget.

Inndelingen av elvelandskap er et resultat av klassifiseringen, der vassdraget ble delt inn i strekninger etter planmønster. Naturtyper ble videre registrert til de definerte strekningene. Fordi det var ønskelig å utvikle et system som kan brukes på alle vassdrag, var arbeidet med klassifiseringssystemet den del av oppgaven som var mest tidkrevende.

Er klassifiseringssystemet for inndeling av elvelandskap tilfredsstillende?

Klassifiseringssystemet for inndeling av elvelandskap viser seg tilfredsstillende i forhold til ønsket mål. Klassifiseringssystemet får med seg variasjonen langs en elv og er tilstrekkelig for inndeling av elvelandskap.

Strekninger av samme elvelandskapstype er sammenlignet med hverandre for å kontrollere at de passer inn i samme elvelandskapstype. Denne kontrollen er utført på M711-kartserien. Likheten viser at inndelingen av elvelandskapstyper er tilfredsstillende.

Det er viktig å bemerke at overgangene mellom strekninger ikke nødvendigvis er grove skiller mellom to ulike løpstyper. Dette poengteres i teorien (kapittel 2.3). Inndelingen av strekninger viser til overgangssoner mellom planmønstre, og skillet representerer soner hvor det er funnet grunn for overgang mellom disse. Klar forandring i gradient nevnes som eksempel for slik overgang. Overgangen kan også ligge visuelt i kartet. Som eksempel ser man et skille mellom løpstyper der en sideelv kommer inn i hovedløpet. Sideelven er en sedimentkilde til vassdraget (eksempel: Sideelvene Forna og Bua).

Et vanskelig moment rundt inndelingen av elvestrekninger er spørsmålet om utstrekning. Hvor lang eller kort skal en strekning være? Dette tas opp i Faugli og Lundquist (1987) (kapittel 2.1). Den største utfordringen var her relatert til den siste delen av spørsmålet - hvor kort kan en strekning være for å representere en egen klasse? Noen strekninger innehar sekvenser som tilsier annen klasse enn hva som er definert i strekningen. Dette viser til valg av strekningenes geografiske oppdeling. Det ble valgt å dele elven inn i homogene strekninger etter det dominerende planmønsteret. Det var ikke ønskelig å dele opp i for små strekninger, siden detaljeringsgraden da vil bli for stor i forhold til den informasjon som kan hentes fra M711-kartserien. I Gaula viste det seg å være utfordrende å klassifisere *stryk/foss* (klasse 1i). Siden Gaula er kjent som en typisk bratt elv var det ventet mange sekvenser av denne klassen. Man skiller lett ut de store fossene i vassdraget. Videre inndeling av *stryk/foss* er gjort på grunnlag av informasjon fra høydekoter, gradient og befaring. Klassen er vanskelig å definere fra M711-kartserien siden den ikke har et spesifikt gjenkjennelig planmønster i kartet. Punktinndeling kunne vært et alternativ for dette planmønsteret. Det er valgt å definere strekninger som ser tydelig homogene ut, og med høyt fall, inn under *stryk/foss* i lengre strekninger. Ulempen rundt

inndeling i små strekninger, eller eventuelt punkter, er som nevnt tidligere at detaljeringsgraden kan bli for stor etter det klassifiseringsverktøy som brukes.

Det er ikke satt et skille mellom forgrenet og anastomoserende løp i klassifiseringssystemet, siden det var henimot umulig å skille mellom disse to løpstypene fra kartet. Likevel må det poengteres at det optimalt sett skulle vært et skille mellom disse. I et forsøk på å løse dette ble det valgt to klasser av anastomoserende løp: *Anastomoserende løp med elveslette* (klasse 1b) og *anastomoserende løp uten elveslette* (klasse 1c). Tanken med inndelingen av klassene var at *anastomoserende løp uten elveslette* skulle representere forgrenet elveløp. Dette vises ved å sammenligne klassene med teorien. I teorien (kapittel 2.3) er et løp med øyer i elveslettenivå (elveslette) et anastomoserende løp, mens et løp med banker uten vegetasjon er et forgrenet løp. Fra datamaterialet er det vanskelig å bestemme holdbarheten til dette valget. Ved klassifisering av flere vassdrag vil det være lettere å sette standpunkt til hvorvidt dette var en god løsning på å skille de to løpstypene.

Siden Gaula er en masseførende elv med store forekomster av banker i løpet, var det ventet et større antall løp av forgrenet karakter enn hva resultatet ble etter klassifiseringen. Det viste seg imidlertid at mange av strekningene med banker i løpet er tilnærmet rette, med svingende djupål. Fra kartet var dette vanskelig å tolke siden bankene ikke alltid er avmerket. Fra flyfoto er det derimot uproblematisk å definere tilnærmet rette løp med tilstedeværelse av sidebanker, siden bankene er lett synlige.

I samtaler med veilederne om klassifiseringssystemet ble det bestemt at løp som i stor grad påvirkes av bebyggelse skulle defineres som *kunstig løp* (klasse 1k). Denne typen er ikke funnet i Gaulavassdraget, men er allikevel med i klassifiseringssystemet for at systemet skal kunne brukes i generell grad på ulike vassdrag.

Elvebunnen i Gaula har blitt senket med 1 – 2 meter på strekningen fra utløpet til Gaulfossen over en periode på 50 år (se kapittel 2.4). Dette skyldes i stor grad

masseuttak av grus. Senkningen vil ikke påvirke inndeling av elvelandskap i strekningen selv om gradienten regnet ut fra nivellementet av 1935 kan være unøyaktig. Utregningen av gradient vil være utsatt for unøyaktighet. Høydeforskjellen er hentet fra nivellementet mens løpslengden er beregnet fra kartet i NVE Atlas. Nivellementet til Gaula er beregnet fra utløpet til sideelven Benda nedstrøms Ålen. Oppstrøms Benda er gradient regnet etter datagrunnlaget i M711-kartserien. Kartet er inndelt i 20 meters høydekoter. Det er derfor stor unøyaktighet i utregningene av gradient basert på informasjon fra kart. Allikevel er resultatet i denne sammenhengen tilstrekkelig, siden Gaula i denne delen er klassifisert som bratt (promille > to). Nøyaktige beregninger er ikke nødvendig når gradienten blir større enn to. Helt oppe ved kilden, hvor Gaula flater ut vil unøyaktighetene i utregning av gradient være størst fra beregning i kart.

Gaula er, som tidligere beskrevet, definert som en bratt, nordisk ”grusbunn elv” (se kapittel 4). En overvekt av *bratt gradient*, *grovt sediment* var ventet. Sediment/gradient er ikke en del av definisjonen av elvelandskap, men er tatt med for å få en forståelse av dynamikken i vassdraget. Samtidig er gruppen en del av argumentasjonen for valg av planmønster. Overgangssonene i inndelingen av strekninger er sjekket opp mot gradient fra nivellementet. M711-kartserien gir ingen informasjon om sediment. Inndelingen viser til den sedimenttype som er observert i Gaulas elvekanter. Det er forsøkt å registrere den kornstørrelse som er representativ for hver strekning. Allikevel er det en viss usikkerhet rundt valget. Det er til tider vanskelig å observere størrelsen som er representativ for hver strekning. Vassdragets tilgjengelighet har betydning for full oversikt over sediment.

Det var i starten av arbeidet ønskelig å benytte kommunenes inndeling av naturtyper etter DNs håndbok 13 ”*Kartlegging av naturtyper. Verdisetting av biologisk mangfold*” (DN, 1999) (se kapittel 2.5). Siden det var ønskelig med en kontinuerlig oversikt over naturtyper i området, viste det seg at denne inndelingen ikke var tilstrekkelig for denne oppgaven. Istedenfor å bruke inndelingen fra DNs håndbok 13, er naturtyper langs strekningene definert etter datamaterialet i M711

serien, flyfoto og befarings. Dette gir et kontinuerlig bilde av arealbruk og naturtyper i området. Inndelingen av naturtyper er gjort etter på skjønn. Dette er tilstrekkelig for inndeling av elvelandskapstyper, som utført i denne oppgaven. M711-kartserien skiller ikke mellom bar- og løvskog og det var nødvendig å observere naturtyper i befarings. For å redusere usikkerheten mellom overganger av ulike typer skog, ville det vært et ønske om å bruke allerede innsamlet data til denne delen av klassifiseringssystemet.

Flomsonekart viser med stor presisjon hvilke områder som oversvømmes i en flomsituasjon, og med hvilken hyppighet. Flomsone i Gaulavassdraget er registrert i NVE Atlas fra utløpet og til Støren. Flere er under utvikling eller allerede ferdige, men ennå ikke registrert i NVE Atlas. I denne sammenheng kan flomsonekart for Kotsøy nevnes som et eksempel. Flomsonekart for hele vassdraget fører til at elvelandskapstypens laterale utstrekningen lettere kan defineres. Det er brukt skjønn ved avgrensning der flomsonekart ikke er tilgjengelig. Elvelandskapstypens utstrekning lateralt har betydning for inndeling av naturtype.

I hvilken grad skal en naturtype være gjeldende for valg av elvelandskapstype? Det er brukt skjønn ved inndelingen. De naturtyper som sammen med planmønster bestemmer elvelandskapstype er dominerende i strekningen. Naturtyper som er tilstedeværende, men ikke i en slik grad at de bestemmer elvelandskapstype, er satt i parentes i registreringen. Som hovedregel er det den mest fremtredende naturtype som registreres.

Jordbruk og bebyggelse er registrert som naturtyper/arealbruk i denne registreringen. Der er viktig å huske at disse også opptrer som inngrep i elvelandskapet. I noen deler av vassdraget er påvirkningen fra jordbruk så stor at den burde vurderes brukt som inngrepstype. Jordbruk kan ha stor innvirkning på vassdraget i form av å øke sedimenttilførselen. Tilførselen av kjemiske oppløste stoffer, som for eksempel fosfor, kan også være et resultat av jordbruk. Jordbruk og bebyggelse representerer viktige deler av kulturlandskapet langs elven. Det er

derfor valgt å definere disse som deler av naturtypen langs vassdraget i denne klassifiseringen. Bebyggelse (klasse 3g) preger hele Gauldalen, men ikke i en så stor grad at det er avgjørende i denne registreringen. Bebyggelse er derfor satt i parentes i de strekninger som løper gjennom tettsteder, eksempelvis Udduvoll bru - Melhus og Støren.

Vil strekningene definert etter klassifiseringssystemet være representative for inndeling av elvelandskap? Strekningene er gode representanter for elvelandskapstypene definert langs Gaula.

Det er lagt til grunn for inndeling av elvelandskap, at antall elvelandskapstyper kan variere etter vassdrag på bakgrunn av representativitet av planmønster og naturtyper. Det vises altså til en inndeling av elvelandskap etter de resultater som oppnås fra klassifiseringsarbeidet. Strekninger av samme elvelandskapstype er sammenlignet med hverandre i M711-kartserien for å kontrollere tilhørighet. Kontrollen viser at strekningene er representative for de elvelandskapstypene som de representerer. De elvelandskapstyper som er registrert er representative for Gaula. Elvelandskapstypene i Gaula er definert etter den diversitet som er funnet langs elvens strekninger. Elvelandskapstypene er dannet på grunnlag av strekningers likhet og forskjeller. Det var ønskelig å oppnå et resultat som viser til virkeligheten i vassdraget.

Utvalgte strekninger

For å belyse utfordringene rundt klassifiseringen er det valgt å fremheve noen strekninger hvor klasseinndeling av planmønster viste seg vanskelig. Strekningene er satt opp etter rekkefølge, med den som er nærmest utløpet først.

Strekningen Melen - Støren er definert som *gjel*. Strekningen ligger på kommunegrensen mellom Melhus og Midtre Gauldal. Strekningen renner gjennom et parti som er avgrenset av fast fjell på høyre side og terrassekant på venstre side. Dette fører til at elven har gravd et løp i partiet som her defineres som *gjel*.

Strekningen Støren – Bones er definert som *tilnærmet rett løp i alluvialt materiale med elveslette*. Denne strekningen er et eksempel på at det dominerende planmønster har fått bestemme klasse. Nivellementet tilsier at det i området rundt Røttum er et lite stryk. Denne sekvensen har imidlertid ikke fått tildelt egen klasse, men blitt en del av det dominerende planmønster i strekningen. Punktinndeling er som nevnt tidligere ikke gjennomført i denne inndelingen.

Strekningen Bukkrønningen – Eidfossen er definert som *anastomoserende løp uten elveslette* etter inndelingen fra kart. Denne inndelingen er gjort på grunnlag av øyer i løpet og manglende elveslette. Inndelingen følger klassifiseringens kriterier med banker i løpet og mangel på elveslette. Kontrollen med flyfoto bekrefter valg av klasse.

Strekningen Reitan kraftverk går i fast fjell/grove blokker. Strekningen er definert som *stryk/foss*. Det kunne vært en mulighet å dele strekningen opp i flere sekvenser hvor *stryk/foss*, *gjel* og *kunstig løp* ville vært mulige klasseinndelinger. I denne oppgaven er det valgt å definere hele strekningen som *stryk/foss* siden kart og befaringsviser til homogenitet i strekningen. Inndelingen er også gitt *stryk/foss* etter ønske om å ikke dele vassdraget opp i for små enheter. Selv om dette er en spesiell strekning på grunn av kraftverket, er det altså valgt å gi strekningen en sammenhengende klasse. Kraftverket står sentralt som inngrepstype.

Som nevnt i resultatene var klasseinndelingen av strekningen Gunnavollen usikker etter klassifiseringen basert på M711-kartserien. Strekningen har høy sinusitet. Etter kontroll med flyfoto er strekningen definert som *stryk/foss*. Dette begrunnes med at prosessene for utvikling av løpsform hemmes av geologiske grensebetingelser (her fast fjell). Strekningen er ikke sett på i befaringsviser.

5.2 Klassifiseringsverktøy

Er M711-kartserien tilstrekkelig som datagrunnlag for klassifisering av elvelandskapstyper? Det vises til M711-kartserien og flyfoto som minste

datagrunnlag for klassifisering av elvelandskapstyper. Denne koblingen av verktøy gir en tilfredsstillende inndeling av strekninger etter planmønster langs elven. Det må poengteres at andre verktøy kan være bedre for andre vassdrag. Det anbefales å sette seg inn i vassdraget som skal analyseres ved hjelp av M711-kartserien. Ut fra den informasjon som hentes, kan andre verktøy vurderes for å øke detaljeringsgraden rundt klassifiseringsarbeidet.

Den største utfordringen for inndeling av et kontinuerlig system i avgrensede klasser er bruk av skjønn i registreringsarbeidet. Dette belyses i kapittelet om kvalitetssikring og detaljeringsgrad (2.2). Det vil alltid være usikkerhet rundt valg av inndeling etter klassifiseringssystemet. Det er ønskelig med konkrete data fremfor skjønn for å unngå feil i klassifiseringen. Feil i klassifiseringen kan føre til akkumulerte feil i analysen. Unødvendige feil i klassifiseringsarbeidet på grunn av feil valg av verktøy vil unngås. Målet vil være å vise til en klassifisering som gjenspeiler virkeligheten i vassdraget.

M711-kartserien er det datamateriale som gir dårligst detaljeringsgrad i forhold til klassifisering (se kapittel 2.2). M711-kartserien er Norges topografiske hovedkartserie, og gir god oversikt over hele testvassdraget. Det må nevnes at M711-kartserien i utgangspunktet ikke er laget for bruk til inngående analyse av planmønster og naturtyper. I tillegg til valg av detaljeringsgrad, er dette en grunn til at det ble valgt å gjennomføre kontroll av resultatet opp mot flybilder.

Problemene rundt bruk av M711-kartserien oppstår ved kildeområdene. Elven er liten, og kartet har for liten målestokk (1:50 000) til å fange opp forandringer i planmønster. Dette fører til at alle strekningene ser relativt like ut. Det skal imidlertid ikke by på problemer å bruke metoden i større målestokk så lenge elvens kontinuitet opprettholdes. Flybilder gir god oversikt over kildeområdene, og er et godt grunnlag for klassifisering.

Klassifiseringen av naturtyper fra M711-kartserien er ikke tilfredsstillende. Det er henimot umulig å skille mellom ulike typer skog på kartet. Klassifiseringen er derfor avhengig av flyfoto og befaring for inndeling av naturtyper.

Flybilder gir en mer detaljert oversikt over elven enn kartserien (se kapittel 2.2). Ulempen ved bruk av flyfoto er at hvert bilde dekker et mindre område på landjorda enn kartet, slik at kontinuiteten over vassdraget som en helhet reduseres. Samtidig øker datamengden siden flyfoto har en større målestokk. Fordelen er en bedre oversikt over spesifikke deler av vassdraget, særlig i kildeområdene. Flyfoto gir også en fin oversikt over det elvenære miljøet. Kontinuiteten er større på flyfoto enn i befaring. Dette begrunnes med at perspektivet i et flyfoto gir bedre oversikt enn observasjon i befaring. Observasjonen i befaring avhenger av vinklingen. Oversikten i befaring øker med høydeforskjell til elven. Oppe i dalsidene blir oversikten bedre enn nede i dalbunnen. Under befaringen av kildeområdene 2.- 4. september 2005 ble klassifiseringen gjort på bakgrunn i data fra M711-kartserien testet. Resultatet fra dette viser at inndeling på bakgrunn av kart er god, men ikke tilfredsstillende. Overgangene mellom planmønstre viser seg vanskelig å definere fra kart i kildeområdene hvor elven er liten. Inndeling av strekninger ved befaring er ressurs- og tidskrevende. Denne kontrollen ble utført for å kunne vektlegge hvilken detaljeringsgrad som gir best resultat i forhold til ønsket mål.

5.3 Inngrepsgrad

Viser inngrepsindikatoren en god fremgangsmåte for inndeling av inngrepsgrad i strekninger? I inngrepsindikatoren er inngrep vektet før inndeling av strekninger. Dette kan føre til at metoden kanskje ikke lar seg direkte overføre til denne oppgaven, siden strekningene allerede er definert etter planmønstre her.

I inngrepsindikatoren vises det til en kvantitativ fremgangsmåte for analyse over inngrepsgrad. Inngrepsindekser (tall) gis etter inngrepets type, utstrekning og avstand til elven. Inngrepsgrad vises som **ingen**, **liten**, **middels** og **stor** på bakgrunn av en streknings inngrepssum. Inngrepssummen er et resultat av alle inngrep i en strekning, og deres inngrepsindekser. Når sikringstiltak vektes som

inngrep fører dette til en enten/eller analyse over direkte inngrep i strekningen. Tabell 3.2 viser til inndelingen av inngrepsindekser etter inngrep. Forbygning, kanalisering og flomverk mangler indeks etter avstand fra inngrep. Dette er en svakhet fra inngrepsindikatoren, siden effekt av inngrep opp- og nedstrøms er vanskelig å tallfeste. Vei og jernbane ble lagt til i analysen som representant for andre typer inngrep og effekt av inngrep opp- og nedstrøms i denne oppgaven. Inngrepsindikatorens fremgangsmåte er fulgt i dette arbeidet, men det viste seg vanskelig å følge inngrepsgraden alene. Det er derfor sammen med inngrepsgrad fra inngrepsindikatoren lagt en deskriptiv analyse til grunn for inngrepsgrad her.

Det er lagt til grunn i inngrepsindikatoren at analysen skal utføres i GIS for å oppnå best resultat. Fremgangsmåten er lettere å følge ved bruk av GIS som analyseverktøy. Ved å registrere alle inngrep, deres størrelse og utstrekning, er det lettere å indikere influensområdet opp- og nedstrøms.

Inngrepsindikatoren viser til et godt utgangspunkt for inndeling av inngrepsgrad. Det er allikevel valgt å vise til en deskriptiv analyse av resultatene fra inngrepsindikatorens modell for å bestemme elvelandskapstypenes påvirkning fra inngrep. Dette gjøres ved å trekke frem status fra nabostrekninger. Dette ble gjort for å belyse effekten av inngrep opp- og nedstrøms bedre enn ved informasjon fra vei og jernbane alene.

Er det hensiktsmessig å vektlegge vei og jernbane som representant for inngrep som påvirker Gaula, men som ikke er registrert i NVE Atlas? Det var ønskelig å se på inngrepsgrad fra sikringstiltak registrert i NVE Atlas. Effekten av inngrep opp- og nedstrøms kom ikke med i analysen etter valgt fremgangsmåte. Etter befaringen viste det seg at vei og jernbane ofte opptrer i ett med elven slik at fundamentet virker som sikringstiltak. Ved å se bort fra denne effekten ville resultatet bli urealistisk i forhold til den virkelige påvirkningen i vassdraget. Vei og jernbane er derfor representant for påvirkning fra andre inngrep, samt effekt av sikringstiltak opp- og nedstrøms i denne oppgaven. I inngrepsindikatoren vektet

vei og jernbane som den type inngrep med størst påvirkning på vassdrag. Dette støtter også valget om å gi vei og jernbane vekt som inngrep.

Siden det viste seg vanskelig å registrere inngrepenes effekt opp- og nedstrøms i vassdraget ble det valgt å gjennomføre to analyser på bakgrunn av modellen fra inngrepsindikatoren. Figur 5.6 viser til en enten/eller påvirkning ut fra en oversikt over direkte inngrep i strekningene. I hovedsak er det sikringstiltak som er registrert. Selv om disse har hovedfokus, må man ikke glemme at norske vassdrag også er under påvirkning av andre typer inngrep. Gaula er under stor påvirkning av kommunikasjon i form av vei og jernbane. Riksvei 30 og jernbanelinjen fra Røros til Trondheim følger Gauldalen, mange steder tett inntil Gaula. Dette medfører en stor grad av påvirkning på elven som ikke vises i figur 5.6. Ved å bruke vei og jernbane som representant for inngrepenes effekt opp- og nedstrøms er metoden tilstrekkelig for en god oversikt over strekningene og deres påvirkningsgrad fra inngrep. Resultatet fra dette vises i figur 5.7. Figur 5.6 og 5.7 viser store forskjeller i resultat. Det er under befarig observert at jernbanen ofte opptrer i ett med elven. Jernbanens fundament virker som sikringstiltak. Dette er grunnen til at det ble valgt å bruke figur 5.7 som en troverdig oversikt over strekningenes inngrepsgrad.

Er strekninger registrert med stor påvirkningsgrad fra inngrep i lik grad påvirket? Metoden fra inngrepsindikatoren fører til en grovere inndeling enn det som var ønskelig med tanke på inngrepsgrad. På grunn av ulik lengde på strekningene kan man ikke sammenligne to strekningers inngrepsgrad opp mot hverandre. Man må huske at en strekning kan få inngrepssum over fire, men være lite påvirket i forhold til nabostrekningen med samme sum på grunn av ulik lengde.

Det ble gjort et forsøk på å sammenligne strekninger ved å se på en ”relativ inngrepssum” per 100-meterstrekninger i de allerede definerte strekningene. Dette ble gjort ved å bruke den totale inngrepssum og dele den på antall 100-metre i strekningene ($\text{inngrepssum}/x100\text{m}$). Meningen var at inngrepssum vises i strekninger av samme lengde, slik at nyansene over inngrepsgrad blir mer

fremtredende. Alle 100-meterstrekninger i samme strekning vil få samme ”relativ inngrepssum”. De kan sammenlignes med 100-meterstrekninger fra andre strekninger. Den ”relative inngrepssum” kan defineres som et gjennomsnitt for strekningen den representerer. Resultatet vises i vedlegg L. Det er vanskelig å trekke ut noen svar på inngrepsgrad fra dette. Det gir mulighet til å sammenligne alle 100-meterstrekningene mot hverandre, siden inndelingen er av samme lengde. Fra ”relativ inngrepssum” ser man at noen strekninger i større grad enn andre er påvirket av inngrep (fra forskjeller i tall). Som eksempel er 100-meterstrekningene i elvestrekningen Udduvoll bru – Melhus under større påvirkning enn 100-meterstrekningene i elvestrekningen Gaulosen (se vedlegg L).

Det vil ikke være mulig å indikere inngrepsgrad fra ”relativ inngrepssum” siden tallene ikke kan identifiseres til en bestemt påvirkningsgrad fra inngrep. Det kan derfor ikke konkluderes med **ingen**, **liten**, **middels** eller **stor** påvirkningsgrad fra inngrep etter ”relativ inngrepssum”.

Er metoden tilfredsstillende for kartlegging av elvelandskapstyper med liten påvirkning fra inngrep? Ved å følge klassifiseringssystemets inndelinger av elvelandskapstyper og deres påvirkning fra inngrep, er det via inngrepsindikatoren mulig å registrere inngrepsfrie elvelandskapstyper langs en elv. Ut fra definisjonen av inngrep og inngrepsgrad i denne oppgaven vil resultatet være tilfredsstillende.

En vesentlig del av oppgaven var å kartlegge områder med **liten** til **ingen** påvirkning fra inngrep etter modell fra inngrepsindikatoren. Et av kriteriene for valg av testvassdrag var derfor et vassdrag med liten grad av påvirkning fra regulering. I følge Nordseth (1982) synes de samlede reguleringene i vassdraget å ha svært liten innflytelse på det hydrologiske regimet. Ut fra dette konkluderes det med at reguleringene i Gaula ikke er ødeleggende for analyse av inngrepsfrie elvelandskapstyper.

Hvorvidt et område er under påvirkning av inngrep vil avhenge av definisjonen og kriteriene for inngrepsgrad lagt til rette for arbeidet. Dette ble belyst i kapittel 2.6

hvor begrunnelse for valg av definisjon for inngrepsgrad ble bestemt. Definisjonene av inngrep og inngrepsfrihet er vanskelige siden det ofte avhenger av subjektive meninger. Det må derfor klart defineres hva som menes. Hva som er ”naturlig” og ”inngrepsfritt” vil være vanskelig å bestemme objektivt. Som eksempel kan inndelingen til DN (2005) nevnes. Den viser til inngrepsgrad etter tunge inngrep og avstand fra disse. Selv om inngrepet kanskje ikke har en direkte påvirkning på elven, kan det virke sjenerende på selve landskapsbildet. Ved å stå på en vei tett inntil et vassdrag kan elven virke upåvirket for øyet som ser. Hvis man i motsetning oppholder seg ved elven kan veien oppfattes som et ”sår” i landskapsbilde. Det er viktig å huske at subjektive meninger står sterkt ved hva som oppleves som inngrep i landskapet. I denne oppgaven er det valgt å definere inngrepsfrihet etter inngrepsindikatorens inndeling av påvirkningsgrad. Strekninger med **ingen** og **liten** påvirkning fra inngrep defineres som inngrepsfrie. Definisjonen bygger på påvirkning fra forbygninger, kraftverk og kommunikasjon (vei og jernbane).

Effekten av inngrep opp- og nedstrøms kommer ikke med i analysen. Inndeling av inngrepsgrad er derfor ikke optimal. Ut fra et inngreps utstrekning og type skal det ved inngående analyser være mulig å bestemme inngrepenes effekt opp- og nedstrøms. Influensområdet til hvert enkelt inngrep vil komme bedre frem ved bruk av GIS som analyseverktøy. Det anbefales bruk av GIS som analyseverktøy for å belyse effekten av inngrep opp- og nedstrøms med større sikkerhet. Dette var det ikke mulig å gjennomføre med tidsrammen rundt dette arbeidet.

Strekningene fra figur 5.7 med **ingen** og **liten** inngrepsgrad er gitt spesiell interesse i forhold til problemstillingen. De legger grunnlaget for oversikten over elvelandskapstyper som defineres som inngrepsfrie i Gaula. Dette viser at antagelsene om å finne inngrepsfrie områder i Gaula strekker seg til elvens øvre deler hvor kommunikasjon har mindre påvirkning på vassdraget. Kartleggingen over inngrepsgrad i vedlegg N, O og P viser til den kvantitative analysen basert på inngrepsindikatorens modell. Strekningene er gitt påvirkningsgrad etter

inngrepssum. Den deskriptive analysen som fører til oversikt over inngrepsfrie elvelandskapstyper baseres på informasjon fra disse vedleggene.

Er definisjonen av inngrepsfrihet i denne oppgaven realistisk i forhold til den faktiske situasjon i vassdraget? Inngrepsfrihet er definert på bakgrunn av informasjon fra inngrepsindikatoren. Strekninger med **ingen** og **liten** påvirkning fra inngrep defineres som inngrepsfrie i denne oppgaven. Dette tilsvarer inngrepssum 0 og 1 fra inngrepsindikatorens modell. Summen er som nevnt et resultat av alle indekser i en strekning. Fra figur 5.6, hvor sikringstiltak ble analysert, ser man at strekninger enten har **ingen** eller **stor** påvirkningsgrad. Altså en enten/eller påvirkning fra inngrep. Dette indikerer at *forbygning inntil 100 meter* (tabell 6.1) sjelden opptrer alene i en strekning. Dette viser til at lengden på sikringstiltak vanligvis er over 100 meter siden den totale inngrepssum er større enn 1. I NVE Atlas ser denne antagelsen ut til å stemme.

Tabell 5.1: Oversikt over inngrep og inngrepsindeks. Tabellen er tatt med for å vise til hvilke inngrep som gir liten påvirkningsgrad fra inngrep. Utdrag av tabell 3.2.

Inngrepstype		Avstand fra inngrep (m)	Inngrepsindeks
Vei og jernbane	Vei, jernbane etter type		
	Jernbane, motorvei	Inntil 50 m	4
		51 - 100 m	3
		101 - 300 m	2
	Fylkesvei, kommunalvei	Inntil 50 m	3
		51 - 100 m	2
		101 - 300 m	1
	Privat vei, skogsvei,	Inntil 50 m	2
		51 - 100 m	1
Flomverk	Lengde av inngrep (m)		
	Over 300 m		4
	101 - 300 m		3
	Inntil 100 m		2
Kanalisering	Over 300 m		4
	101 - 300 m		3
	Inntil 100 m		2
Forbygning	Over 300 m		3
	101 - 300 m		2
	Inntil 100 m		1

Ved å legge til vei og jernbane som inngrep, er flere strekninger registrert med **liten** påvirkningsgrad (figur 5.7). *Privat vei, 51 – 100 meter fra elven* (tabell 6.1) representerer det eneste inngrep (indeks 1) som fører til **liten** påvirkningsgrad i Gaula. Sammen med påvirkningsgrad fra inngrepsindikatoren modell og deskriptiv analyse i forhold til plassering i vassdraget og nabostrekningenes status, fører dette til en tilfredsstillende definisjon på inngrepsfrihet i Gaula. Det er vanskelig å trekke noen generell konklusjon ut fra dette siden datamaterialet er forbeholdt Gaula. Hvorvidt denne definisjonen passer til andre vassdrag må vurderes og testes ut ved flere tilsvarende analyser.

5.4 Elvelandskapstyper og deres verdi

Motivasjonen til oppgaven ligger i interessen for restaurering og mulighetene til å bøte på negative konsekvenser fra inngrep i vassdrag. Kunnskap om inngrep og deres påvirkning på vassdrag er interessant i forhold til denne motivasjonen. Resultatene fra denne oppgaven viser status over elvelandskap og deres påvirkning fra inngrep i Gaula. Det er registrert 13 ulike elvelandskapstyper i Gaula i denne oppgaven. De representerer den diversitet som finnes langs hovedvannstrengen i Gaulavassdraget. For en helhetlig oversikt over vassdragets status må sideelvene også klassifiseres.

For å nå målet om økologisk mangfold og diversitet av fluvialgeomorfologiske former, kan en oversikt over elvelandskapstyper og deres status gi et godt utgangspunkt for kunnskap om vassdraget og dets elvenære miljø. Som nevnt er det viktig å bevare diversiteten av fluvialgeomorfologiske elementer i et vassdrag for å nå målet om økologisk mangfold.

Er noen elvelandskapstyper mer utsatt for inngrep enn andre? Det viser seg fra resultatene at elvelandskapstyper med elveslette er under **stor** påvirkning fra inngrep i Gaula. Vannets transport- og erosjonsevne under en flomhendelse fører til at disse områdene er sårbare for erosjon. Jordbruk er hyppigst representert som naturtype i sammenheng med elveslette. Elvelandskapstyper som

meandrerende løp med elveslette – jordbruk (type 2), *tilnærmet rett løp med elveslette – skog og jordbruk* (type 6), *tilnærmet rett løp med elveslette – jordbruk* (type 8) og *delta/vifte – jordbruk* (type 13) skiller seg ut i denne sammenheng.

Det viser seg at flesteparten av elvelandskapstypene som er under **stor** påvirkning fra inngrep i Gaula nyttes til jordbruk. Inngrep avgrenses i stor grad til områder i en elv hvor erosjonsfare og flomfare er stor, og hvor de menneskelige interessene, som jordbruk og bebyggelse, er tilstedeværende. Dette samsvarer med teorien hvor det poengteres at sikringstiltak i første rekke skal redusere risiko for skade på bygningsmasse, kommunikasjon og dyrket mark. Dette viser seg for Gaula å omhandle de nedre partier av elven, fra utløpet og til Singsås. Store deler av elven er her utsatt for inngrep. På grunn av sikringstiltak finnes tilnærmet rette løp med svingende djupål i områder hvor elven i sitt naturlige miljø kunne dannet andre løpstyper, for eksempel meandrerende løp.

Både ustabile og stabile løp vil være utsatt for inngrep hvis det er menneskelige interesser i området. Dette betyr at en elvelandskapstype kan være utsatt for inngrep, men at den ikke i nevneverdig grad er påvirket eller sårbar. Dette avhenger av løpsformens stabilitet og mulighetene for utvikling av løpstyper i området.

I motsetning til elvelandskapstyper med elveslette, er elvelandskapstyper uten elveslette lite påvirket av inngrep utført an NVE i Gaula. Inngrepene er eventuelt rettet mot kommunikasjon, i form av vei og jernbane.

Vannmengde og fallhøyde bestemmer den potensielle energien i et vannfall og er avgjørende for hvor mye elektrisitet som kan produseres. Elvelandskapstyper med høyt fall er interessante i forhold til kraftproduksjon. Gaula har mange strekninger hvor dette kunne vært en mulighet. Vassdraget er imidlertid vernet for videre kraftutbygging i verneplan III. Elvelandskapstypene knyttet til høyt fall, *stryk/foss – skog* (type 10) og *gjel – barskog* (type 12) er derfor ikke utsatt for inngrep i Gaula. Strekningen Reitan kraftverk er påvirket av inngrep. Kraftverket ble bygget i

1925. Denne strekningen er den eneste som er under påvirkning av direkte inngrep i elvelandskapstypen *stryk/foss – skog* (type 10).

Er noen elvelandskapstyper mer sårbare for inngrep enn andre? Det viser seg fra resultatene at *meanderende løp med elveslette - jordbruk* (type 2) er sårbar for påvirkning fra inngrep. Denne elvelandskapstypen er under **stor** påvirkning av inngrep i Gaula. Ved å redusere muligheten for lateral bevegelse på elvesletten vil sikringstiltak begrense de prosesser som er aktive i dannelsen av meanderende løp. Tilgang på sediment fra elvesletten vil reduseres i vassdraget. På grunn av sikringstiltak vil det ikke forekomme erosjon av yttersvingene. Ved forbygning av sidene i en meanderende strekning hemmes dannelsen av kroksjøer i vassdraget.

Ved å hemme en elvs muligheter for dannelsen av ulike løpstyper reduseres diversiteten av fluviale former, som kroksjø, langs elven. Dette vil igjen føre til at det økologiske mangfoldet langs elven forandres. Kroksjøer representerer et viktig område langs vassdraget med tanke på leveområde for flora og fauna. Kroksjøene vil naturlig gro igjen over tid. Dersom det ikke dannes nye kroksjøer vil viktige leveområder langs vassdraget forsvinne. Hvis inngrep er den faktor som hemmer utviklingen av kroksjøer langs et vassdrag, er det menneskelig påvirkning som skyldes tapet av denne fluviale formen. Kroksjøer er svært sårbare i et vassdrag som har stor påvirkning fra inngrep.

Hvordan kan man vurdere en elvelandskapstypes verdi? Hvorvidt en elvelandskapstype er verdifull avhenger av perspektivet og motivasjonen rundt utsagnet. En elvelandskapstype kan være verdifull som ressurs, som leveområde, som del av landskapsbildet eller som den generelle naturopplevelse.

Med tanke på leveområde vil en elvelandskapstype med muligheter for skjul, variasjoner i strømhastighet og tilhørende kantvegetasjon være verdifull for fisk. Som eksempel kan elvelandskapstyper med et *anastomoserende løp* være et godt eksempel her. Terskler kan skape hinder for fiskens vandring i vassdraget, og dermed redusere leveområdet. Sikringstiltak uten vegetasjonsdekke vil redusere

tilgangen på næring og områder med skjul forsvinner. Gaula er en av landets beste lakseelver og det er viktig å vurdere alle mulige effekter fra inngrep ved sikringstiltak i en elv.

Bankene som er tilstedeværende i Gaulas løp er et resultat av den store massetransporten som finnes i Gaula. Formene er avhengig av at denne transporten opprettholdes. Sedimentkildene til vassdraget gir muligheter for bankenes tilstedeværelse. Sikringstiltak fører til at sedimenttilførselen fra elvesletten reduseres. Bankene kan som nevnt i teorien være mer eller mindre stabile i løpet. De danner grobunn for viktige økologiske områder i elven. Vegetasjonen på disse bankene er sårbar, særlig ved stor vannføring. Ved å begrense vannets mulighet til å bruke elvesletten som magasin under flom, vil vannets hastighet øke i elveløpet. Dette kan føre til at denne vegetasjonen er svært sårbar og utsatt langs vassdraget.

Norske vassdrag er en viktig del av landskapsbildet og naturopplevelsen, og brukes til rekreasjon og friluftsliv. Gaula har en stor visuell verdi. Resultatene viser til et vassdrag med stor diversitet av planmønster og naturtyper. Elven er en stor del av landskapsbildet i Gauldalen. Variasjonen fra de flate partiene til de trange, bratte partiene i elvens øvre deler er av stor betydning for naturopplevelsen i området. Elvelandskapstypene *gjel - skog* og *stryk/foss - skog* har stor betydning for landskapsbildet i vassdraget. Særegenheten rundt disse to elvelandskapstypene er av stor interesse for naturopplevelsen. Områder med stor visuell påvirkning fra inngrep vil ha en lavere verdi enn de områder som ser urørte ut. Det er som nevnt i teorien vanskelig å definere et objektivt synspunkt på visuell sårbarhet. Subjektive meninger vil influere synspunkt, opplevelse og glede over vassdragsnaturen.

Elvelandskapstyper med utviklet elveslette er verdifulle for jordbruksvirksomheten i området. Elveslette gir grobunn for god utnyttelse av jorden. Jordbruksområdene finnes der elvesletten er godt utviklet, i hele området fra utløpet til Singsås. Jordbruket er en viktig del av kulturlandskapet i området.

Med tanke på det økologiske mangfoldet langs en elv vil alle elvelandskapstyper ha lik verdi. Opprettholdelsen av et økologisk mangfold avhenger av diversiteten

langs vassdraget siden leveområder forandres etter planmønster og naturtype. Det er viktig å bevare vassdragsnaturens diversitet ved inngrep i vassdrag.

Er diversiteten av elvelandskapstyper påvirket fra inngrep? Det er tidligere påpekt at inngrep hemmer videre utvikling av løpsformer i et vassdrag. Det vil si at menneskelig påvirkning forstyrrer de aktive prosessene for dannelse av løpstyper. Dette er en uheldig konsekvens for det økologiske mangfoldet langs en elv. De største formdannende prosesser i et vassdrag skjer under flomhendelser. Ved å sikre elven mot flom og erosjon reduseres mulighetene til utvikling av løpsformer ved høy vannføring. Tilførsel av sediment fra elvesletten reduseres også.

I inngrepsindikatoren påpekes det at påvirkning fra inngrep avhenger av utstrekning og form. Gaulas nedre partier er i stor grad påvirket av sikringstiltak (vedlegg J og K). I Gaula er det registrert mange strekninger av tilnærmet rett løp med svingende djupål. Er dette et resultat av inngrep, eller er tilnærmet rette løp med svingende djupål en vanlig og naturlig løpstype i Gaula? Etter de resultater som er oppnådd her vil det være vanskelig å svare på hvorvidt diversiteten av elvelandskapstyper er forandret på grunn av inngrep. Det er også vanskelig å svare på spørsmålet om hvorvidt tilnærmet rette løp med svingende djupål er naturlig i Gaula. Det er allikevel et interessant aspekt rundt videre arbeid med elvelandskapstyper og deres påvirkningsgrad fra inngrep.

5.5 Forbedring og videreføring

Under og etter dette arbeidet er det kommet opp momenter som bør vektes ved videre bruk av klassifiseringssystemet og analyse over inngrepsgrad.

Disse er:

- Bruk av M711-kartserien og flyfoto til inndeling av strekninger etter planmønster. Dette minker sannsynligheten for feil i registreringen.
- Vassdragsnivellement for hele testvassdraget øker nøyaktigheten ved inndeling av gradient.
- Ved inndeling av sediment etter observasjon kan grad av skjønn bli for stor. Det anbefales bedre inndelingsmåter for å redusere usikkerhet ved inndeling.
- Det er ønskelig med en kontinuerlig oversikt over naturtyper med bedre informasjonsgrunnlag enn hva som kan hentes fra M711-kartserien.
- Flomsonekart for hele vassdraget vil være behjelpelig for en elvelandskapstypes utstrekning og avgrensning lateralt.
- Inngående analyser rundt inngrepenes influensområde (opp- og nedstrøms) vil føre til en bedre oversikt over effekten av inngrep.
- For å trekke konklusjoner i større skala enn til testvassdraget må det analyseres påvirkningsgrad fra flere vassdrag.

6. Konklusjon

I denne oppgaven er det utviklet et klassifiseringssystem for inndeling av elvelandskapstyper langs vassdrag. Det er bevisst jobbet med et klassifiseringssystem for å gjenspeile diversiteten av planmønster og naturtyper, og det skal være mulig å utføre en klassifisering på alle vassdrag. Systemet er utformet slik at det kan defineres et ulikt antall elvelandskapstyper etter de planmønster og naturtyper som registreres i et vassdrag. Testvassdraget som ble benyttet var Gaula, og resultatene viser at klassifiseringssystemet gir en tilfredsstillende inndeling av elvelandskapstyper langs dette vassdraget.

Valg av klassifiseringsverktøy må vurderes ut i fra vassdraget som skal analyseres, og det anbefales å sette seg inn i vassdraget ved hjelp av M711-kartserien. Siden overgangen mellom ulike planmønster er vanskelig å vurdere, viser målestokk 1:50 000 seg å være for liten til klassifisering av små elver. Det er imidlertid uproblematisk å overføre klassifiseringssystemet til en større målestokk. Ut fra den informasjon som innhentes fra M711- kartserien, kan andre verktøy vurderes for å øke detaljeringsgraden rundt klassifiseringsarbeidet. I starten av denne oppgaven var det ønskelig å bruke M711-kartserien som eneste verktøy til klassifiseringsarbeidet. Flyfoto ble benyttet som kontroll av inndelingen fra kart. Kartserien viste seg å gi en god oversikt over hele vassdraget. Allikevel anbefales ikke M711-kartserien som eneste verktøy for en tilfredsstillende klassifisering. Fra kontrollen vises det til M711-kartserien og flyfoto som minste datagrunnlag

7. Konklusjon

for en tilfredsstillende inndeling av elvelandskap etter klassifiseringssystemet. Flyfoto viser en bedre oversikt over forholdene i elveløpet, enn hva tilfellet er i M711-kartserien.

Inngrepsindikatoren viser til en kvantitativ metode for analyse over inngrepsgrad basert på inngrepenes type, størrelse og avstand til elven. Ønsket om å kartlegge effekt fra inngrep opp- og nedstrøms viste seg ikke tilfredsstillende siden indekser (tall) for avstand fra sikringstiltak manglet. Dette førte til en enten/eller påvirkning, etter direkte inngrep i strekningene. Vei og jernbane ble lagt til i analysen som representant for andre typer inngrep, og effekt av inngrep opp- og nedstrøms i denne oppgaven. Det ble valgt å gjennomføre en deskriptiv analyse over strekningene som var påvirket i **ingen** og **liten** grad fra inngrepsindikatorens modell for å definere inngrepsfrie elvelandskapstyper. Dette ble gjort ved å trekke frem status fra nabostrekninger for å belyse effekten av inngrep opp- og nedstrøms bedre, enn ved informasjon fra vei og jernbane alene. Denne kombinasjonen viser seg tilfredsstillende for Gaula og det er mulig å kartlegge inngrepsfrie elvelandskapstyper.

Analysene viser at elvelandskapstypene **meanderende løp i myr** (type 1), **anastomoserende løp med elveslette - løvskog og myr** (type 4), **tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog** (type 7) og **stryk/foss – løvskog (myr)** (type 11) er definert som inngrepsfrie i Gaula. Valg av definisjon for inngrepsfrihet er avgjørende for resultatet.

Inndelingen av elvelandskapstyper og analysen over inngrepsgrad gjenspeiler Gaula, og er ikke nok til å kunne vurdere status på et regionalt nivå. Analyser må gjennomføres på flere vassdrag for å gi en generell analyse over elvelandskapstyper og deres inngrepsstatus på et regionalt plan. Ved flere analyser av samme art, hvor diversiteten over norske vassdrag kommer frem, skal det være mulig å oppnå resultater som kan bedømme den generelle status for elvelandskapstyper og deres inngrepsgrad i Norge.

Kildeliste

- Brierley, G. J. og Fryirs, K. A (2005). *Geomorphology and river management*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Briggs, D. (1977). *Sediments*. London: Butterworths.
- Brookes, A. (1988). *Channalized rivers: Perspectives for environmental management*. Chichester: Wiley.
- Brookes, A. og Shields, F.D. (1996). *River channel restoration: Guiding principles for sustainable projects*. Chichester: Wiley.
- Bulgurlu, B. (1977). *A study of sediment transport in river Gaula*. Trondheim: Institutt for vassbygging, Universitetet i Trondheim, Norges tekniske høyskole.
- Church, M. (1992). Channel morphology and topology. I Calow, P. og Petts, G. E (red.). *The rivers handbook: hydrological and ecological principles* (Vol. 1, s: 126 – 143) Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Dahl, T. E og Godtland, K. (1995). *Sedimenttransport i bratte elver. Studie i Gaula i Sør-Trøndelag*. SINTEF rapport. Trondheim: SINTEF, NHL.
- DN (1999). *Kartlegging av naturtyper: verdisetting av biologisk mangfold*. DN-håndbok 13. Trondheim: DN.
- DN (2005a). *Inngrepsfrie naturområder*. Tilgjengelig: <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=3233>, <http://www.dirnat.no/wbch3.exe?p=3319>
[1.11.2005]
- DN (2005b). *Naturbase*. DN. Tilgjengelig: <http://dnweb5.dirnat.no/nbinnsyn/>
[11.10.2005].

- Downs, P. W. (1995). River channel classification for channel management purposes. I Gurnell, A. og Petts, G. (red.), *Changing river channels*. (s: 347 – 365). Chicester: John Wiley and Sons.
- Eie, J. A., Faugli, P. E. og Sjulsen, O. E. (1993). *Type- og referansevassdrag*. NVE Publikasjon 07/1992. Oslo: NVE.
- Erikstad, L., Sloreid, S.-E. og Bakkestuen, V. (2004). *Bruk av eksisterende kartdata (N50 og N250) for å karakterisere nedbørsfelt og elvestrekninger*. Serie: NINA oppdragsmelding 818. Trondheim: NINA.
- Faugli, P. E. og Lundquist, D. (1987). *System for klassifikasjon av elvestrekninger*. Oslo: NTNFs utvalg for miljøvirkninger av vassdragsutbygging.
- Ferguson, R. (1987). Hydraulic and sedimentary controls of channel pattern. I Richards, K. (red.). *River channels; environment and process*. (Vol. 18, s: 129 – 158). Institute of British Geographers. Oxford: Basil Blackwell.
- Fremstad, E. (1998). *Flommark langs Glåma i Hedmark: en botanisk inventering*. Rapport nr 7/98. Hamar: Fylkesmannen i Hedmark.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag (2000a). *Verdier i Gaulavassdraget, Melhus kommune, Sør-Trøndelag*. Trondheim: DN; NVE.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag (2000b). *Verdier i Gaulavassdraget, Midtre Gauldal kommune, Sør-Trøndelag*. Trondheim: DN; NVE.
- Gordon, J. E., Brazier, V. og Lees, G. R. (1994). Geomorphological systems: Developing fundamental principles for sustainable management. I O'Halloran, D., Green, C., Harley, M. Stanley, M. og Knill, J. (red.). *Geological and Landscape Concervation* (s: 185 – 189). London: Geological Society.

- Habberstad, J. (1995). *Kartlegging av vassdragsinngrep i Gaula*. NVE Publikasjon 09/1995. Oslo: Norges vassdrags- og energiverk (hydrologisk avdeling).
- Heritage, G. L., Charlton, M. E. og O'Regan, S. (2001). Morphological classification of fluvial environments; an investigation of the continuum of channel types. *Journal of Geology*, 109(1), s: 21 – 33.
- Kellerhals, R., Church, M. og Bray, D. I. (1976). Classification and analysis of river processes. *ASCE-Journal of the Hydraulic Division*, 102(HY7), s: 813 – 829.
- Knighton, D. (1998). *Fluvial forms and processes: a new perspective*. London: Arnold.
- Meteorologisk institutt (2005, 15.9.2005). *Nedbørsnormaler for kommuner*. Meteorologisk institutt. Tilgjengelig: http://met.no/observasjoner/sor-trondelag/normaler_for_kommune_1644.html?kommuner [19.11.2005]
- Leopold, L. B. og Wolman, M. G. (1957). *River channel patterns; braided, meandering and straight*. Reston, VA. USA: U. S. Geological Survey.
- NIJOS (2005, 5.5.2005). *Markslog*. NIJOS. Tilgjengelig: <http://www.nijos.no/markslog/> [14.11.2005]
- Nordbø, L. (1991). *Registrering og klassifisering av elveløpsformer i Sør-Norge*. Hovedfagsoppgave i geografi. Oslo: Universitetet i Oslo.
- Nordseth, K. (1982). *Gaula i Sør-Trøndelag: en hydrologisk og fluvialgeomorfologisk vurdering*. Rapport - Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, UiO 82/01. Oslo: Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer
- NVE (2005, 20.10.2005). *NVE Atlas*. NVE. Tilgjengelig: <http://arcus.nve.no/website/nve/viewer.htm> [1.1.-1.12.2005].

- Reinvang, R., Steel, C. og Dønnum B. O. (2004). *Vanndirektivet: et miljøløft med startvansker*. Oslo: WWF-Norge; SABIMA.
- Reite, A. J. (1990). *Sør-Trøndelag fylke: Kvartærgeologisk kart M 1:250 000: veiledning til kartet*. Trondheim: Norges geologiske undersøkelse (NGU).
- Robert, A. (2003). *River processes: an introduction to fluvial dynamics*. London: Arnold.
- Rokoengen, K. (2001). *Løsmassene I Gauldalen, Sør-Trøndelag: kvartærgeologisk utvikling, israndavsetninger, havnivåendringer, elveerosjon og ras*. Kompendium. Trondheim: NTNU (Institutt for geologi og bergteknikk).
- Rosgen, D. (red.) (1996). *Applied river morphology*. Pagosa Springs, Colorado, USA: Wildland Hydrology.
- Schanche, S. (2003). *Vassdragsmyndighet*. NVE Tilgjengelig: http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=8706 [8.11.2005].
- Shields, F. D. (1996). Hydraulic and hydrologic stability. I Brookes, A. og Shields, F. D. (red.), *River channel restoration: guiding principles for sustainable projects*. Chichester: Wiley.
- Smith-Meyer, S. (1995). *Geofaglig klassifisering av norske vassdrag*. NVE Publikasjon 10/1995. Oslo: NVE.
- Smith-Meyer, S. (2005, 2005). *Vassdragsmiljø*. NVE. Tilgjengelig: http://www.nve.no/modules/module_109/publisher_view_product.asp?iEntityId=6362 [11.10.2005].
- Sperstad, H. P. (1983). *Verneplan for vassdrag III: utredning nr. 3*. Oslo: Universitetsforlaget.

St. mld. nr. 58. (1996-97). *Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling*. Oslo: MD.

Summerfield, M. A. (1991). *Global geomorphology: an introduction to the study of landforms*. Harlow: Longman Scientific & Technical.

Sæterbø, E., Syvertsen, L. og Tesaker, E. (1998). *Vassdragshåndboka: håndbok i forbygningsteknikk og vassdragsmiljø*. Trondheim: Tapir.

Sørensen, A. L. (1996[?]). *Veileder for Gaulavassdraget*. I serie: Veileder. Oslo: NVE.

Thorne, C. R. (1998). *Stream reconnaissance handbook: geomorphological investigation and analysis of river channels*. Chichester: Wiley.

Thorne, C. R., Hey, R. D. og Newson, M. (1997). *Applied fluvial geomorphology for river engineering and management*. Chichester: Wiley.

Toverød, B.-S. (red.) (1999). *Arealbruk og sikring i flomutsatte områder*. NVE Retningslinjer nr. 1/1999. Oslo: NVE.

Voksø, A. (red.), Homstvedt, S. (red.) og Ålbu, Ø. (1996). *Inngrepsindikator for vassdrag – perspektiver og muligheter*. NVE Publikasjon 02/1996. Oslo: NVE.

Østdahl, Torbjørn. (1994). *Inngrep i vassdrag – effekter og tiltak*. DN-håndbok 9. Lillehammer: DN.

Vedlegg

- Vedlegg A Skjema for elvestrekninger - datainnsamling
- Vedlegg B Data fra klassifiseringen
- Vedlegg C Tabell over strekninger og deres stedsnavn
- Vedlegg D Inndeling av naturtype (gruppe 3) mot planmønster (gruppe 1).
- Vedlegg E Tabell over registrerte elvelandskapstyper i Gaula
- Vedlegg F Kart over elvestrekninger og deres elvelandskapstype– Melhus.
- Vedlegg G Kart over elvestrekninger og deres elvelandskapstype– Støren.
- Vedlegg H Kart over elvestrekninger og deres elvelandskapstype – Singsås.
- Vedlegg I Kart over elvestrekninger og deres elvelandskapstype – Ålen.
- Vedlegg J Inngrep i Gaula registrert i NVE Atlas. Melhus – Hovin. Data fra NVE, region Midt-Norge.
- Vedlegg K Inngrep i Gaula registrert i NVE Atlas. Støren - Singsås. Data fra NVE, region Midt-Norge.
- Vedlegg L Analyse over inngrepsgrad etter modell fra Voksø et al. (1996)
- Vedlegg M Analyse over inngrepsgrad inkludert vei og jernbane etter modell fra Voksø et al. (1996).
- Vedlegg N Kart over inngrepsgrad. Melhus - Bones
- Vedlegg O Kart over inngrepsgrad. Bones – Ålen
- Vedlegg P Kart over inngrepsgrad. Ålen - Gaulhåen

Vedlegg

Vedlegg A. Skjema for elvestrekninger - datainnsamling

SKJEMA OVER ELVESTREKNINGER ETTER KLASSIFISERINGSSYSTEM

Inndelingen er gjort etter kartserie M711, målestokk 1:50 000

Strekningsnummer:

Nummereringen er laget etter kartblad og rekkefølge fra utløpet

Strekningens lengde:

Denne bestemmes etter gruppe 1 i klassifiseringssystemet, planmønster

Strekningens gradient:

Sinusitet:

Denne bestemmes etter nivellement

Etter NVE Atlas

1. Planmønster:

a ? b ? c ? d ? e ? f ? g ?

Etter løp

h ? i ? j ? k ? l ?

2. Gradient og sediment:

a ? b ? c ? d ? e ? f ? g ?

Etter løp

h ?

3a. Naturtype / arealbruk:

a ? b ? c ? d ? e ? f ?

På elveslette / i flomsonen

g ?

3b. Naturtypens beliggenhet:

4. Inngrepstyper:

a ? b ? c ? d ? e ? f ? g ?

I løpet

h ? i ?

(H og V = høyre og venstre elvebredd)

Elvelandskapstype:

Merknader:

Vedlegg B. Data fra klassifiseringen av elvestrekninger. Tabellen er laget på bakgrunn av informasjon fra de 38 strekningene etter klassifiseringen.

Nr.	Strekning	Lengde (km)	Gradient (‰)	Sinusitet	Klasseinndeling:				
					1	2	3	4V	4H
1	Gaulosen	2,6	0,0	1,4	l	g	f	c	nei
2	Gaulosen - Udduvoll bro	2,3	0,1		a	g	f	c	nei
3	Udduvoll bro - Melhus	5,0	0,7		d	f	f(g)	c	c
4	Melhus - Trannmel	4,1	0,8	1,64	b	f	b f	c	c
5	Trannmel - Kvål	6,0	1,1		a	c	f	c	c
6	Kvål - Gaulfossen	14,8	1,4		d	c	f	c	bc
7	Gaulfossen	0,9	9,8		i	a	b	nei	nei
8	Gaulfossen - Melen	5,7	2,1		d	a	f	c	c
9	Melen - Støren	1,5	1,8		j	c	b	nei	nei
10	Støren	5,1	2,2		l	a	f(g)	c	c
11	Støren - Bones	9,7	4,3		d	a	a b f	c	c
12	Bones	2,1	0,4		l	a	f	c	nei
13	Bones - Singsås	10,2	3,9		b	a	a b f	bc	bc
14	Singsås	1,8	4,7		l	a	f	c	nei
15	Singsås - Basmoen	12,0	1,7		b	a	a b f	c	c
16	Basmoen - Lunheim	5,9	3,3		e	a	a, b	nei	nei
17	Lunheim - Langletet	9,4	3,6		j	a	a	nei	nei
18	Langletet - Gillset	3,1	3,9		e	a	a b	nei	nei
19	Gillset - Moen	9,3	2,7		b	a	a, b	nei	nei
20	Moen - Egga foss	1,5	2,1		j	a	a (e)	nei	nei
21	Egga foss	0,1	58,0		i	a	a	nei	nei
22	Egga foss - Bukkrønningen	3,2	9,5		j	a	a	nei	nei
23	Bukkrønningen - Eafoss	1,0	2,4 *		c	a	a	nei	nei
24	Eafoss	0,3	53,6 *		i	a	a	nei	nei
25	Eafoss - Benda	1,7	13,5 *		e	a	a	nei	nei
26	Benda - Engan bro	8,6	7 *		d	a	a f	nei	nei
27	Engan bro	0,3	66,7 *		j	a	a	nei	nei
28	Reitan Kraftverk	1,7	94,2 *		i	a	a	i	i
29	Reitan Kraftverk - Tverråvollen	2,7	22,2 *		j	a	a	nei	nei
30	Håvollen	2,9	3,4 *		d	a	b e	nei	nei
31	Gunnvollen	0,7	0,2 *		i	f	b	nei	nei
32	Bønsvollen	0,8	6,2 *		b	a	b (e)	nei	nei
33	Finnlandsvollen - Sjursfloan	2,6	23,1 *		d	a	b (e)	nei	nei
34	Sjursfloan	0,4	50,0 *		i	a	b e	nei	nei
35	Jenåsvollen, Enhesvollen	6,3	9,5 *		d	a	b e	nei	nei
36	Vollvollen	0,4	12,5 *		i	a	b e	nei	nei
37	Gjårdvollen	1,1	11,8 *		d	a	b e	nei	nei
38	Stømnvollen	0,8	0,9 *	1,4	a	g	e	nei	nei

Merknader:

1. Gradient merket med stjerne er regnet ut fra M711-kartserien
2. Klasseinndelingen viser til klassifiseringssystemet (kapittel 3.1)

Vedlegg

Vedlegg C. Oversikt over strekninger og deres stedsnavn. Stedsnavn og nummer brukes i oppgaven for oversikt over strekninger. Strekningsnummer brukes for å vise til plassering etter kartblad i M711-kartserien.

Nr.	Strekningsnr.	Sted
1	1521-I/1621-IV nr.1	Gaulosen
2	1621-IV nr.2	Gaulosen - Udduvoll bru
3	1621-IV nr.3	Udduvoll bru - Melhus
4	1621-IV nr.4	Melhus - Trannmel
5	1621-IV nr. 5/1621-III nr. 1	Trannmel - Kvål
6	1621-III nr. 2	Kvål - Gaulfossen
7	1621-III nr. 3	Gaulfossen
8	1621-III nr. 4	Gaulfossen - Melen
9	1621-III nr. 5	Melen - Støren
10	1621-III nr. 6	Støren
11	1621-III nr. 7/1620-IV nr. 1	Støren - Bones
12	1620-IV nr. 2	Bones
13	1620-IV nr.3	Bones - Singsås
14	1620-IV nr.4	Singsås
15	1620-IV nr.5/1620-I nr. 1	Singsås - Basmoen
16	1620-I nr. 2	Basmoen - Lunheim
17	1620-I nr. 3	Lunheim - Langletet
18	1620-I nr. 4	Langletet - Gillset
19	1620-I nr. 5	Gillset - Moen
20	1620-I nr. 6	Moen - Egga foss
21	1620-I nr. 7	Egga foss
22	1620-I nr. 8	Egga foss - Bukkrønningen
23	1620-I nr. 9	Bukkrønningen - Eidfossen
24	1620-I nr. 10	Eidfossen
25	1620-I nr. 11/1720-IV nr. 1	Eidfossen - Benda
26	1720-IV nr. 2	Benda - Engan bru
27	1720-IV nr. 3	Engan bru
28	1720-IV nr. 4	Reitan Kraftverk
29	1720-IV nr. 5	Reitan Kraftverk - Tverråvollen
30	1720-IV nr. 6	Håvollan
31	1720-IV nr. 7	Gunnvollen
32	1720-IV nr. 8	Bønsvollen
33	1720-IV nr. 9	Finnlandsvollen - Sjursfloan
34	1720-IV nr. 10	Sjursfloan
35	1720-IV nr. 11	Jenåsvollen, Engesvollen
36	1720-IV nr. 12	Vollvollen
37	1720-IV nr. 13	Gjårdvollen
38	1720-IV nr. 14	Stømnvollen

Vedlegg

Vedlegg D. Inndeling av naturtype (gruppe 3) mot planmønster (gruppe 1).

Stedsnavn viser til strekningens plassering i vassdraget etter M711. Tabellen er laget på grunnlag av data i vedlegg B.

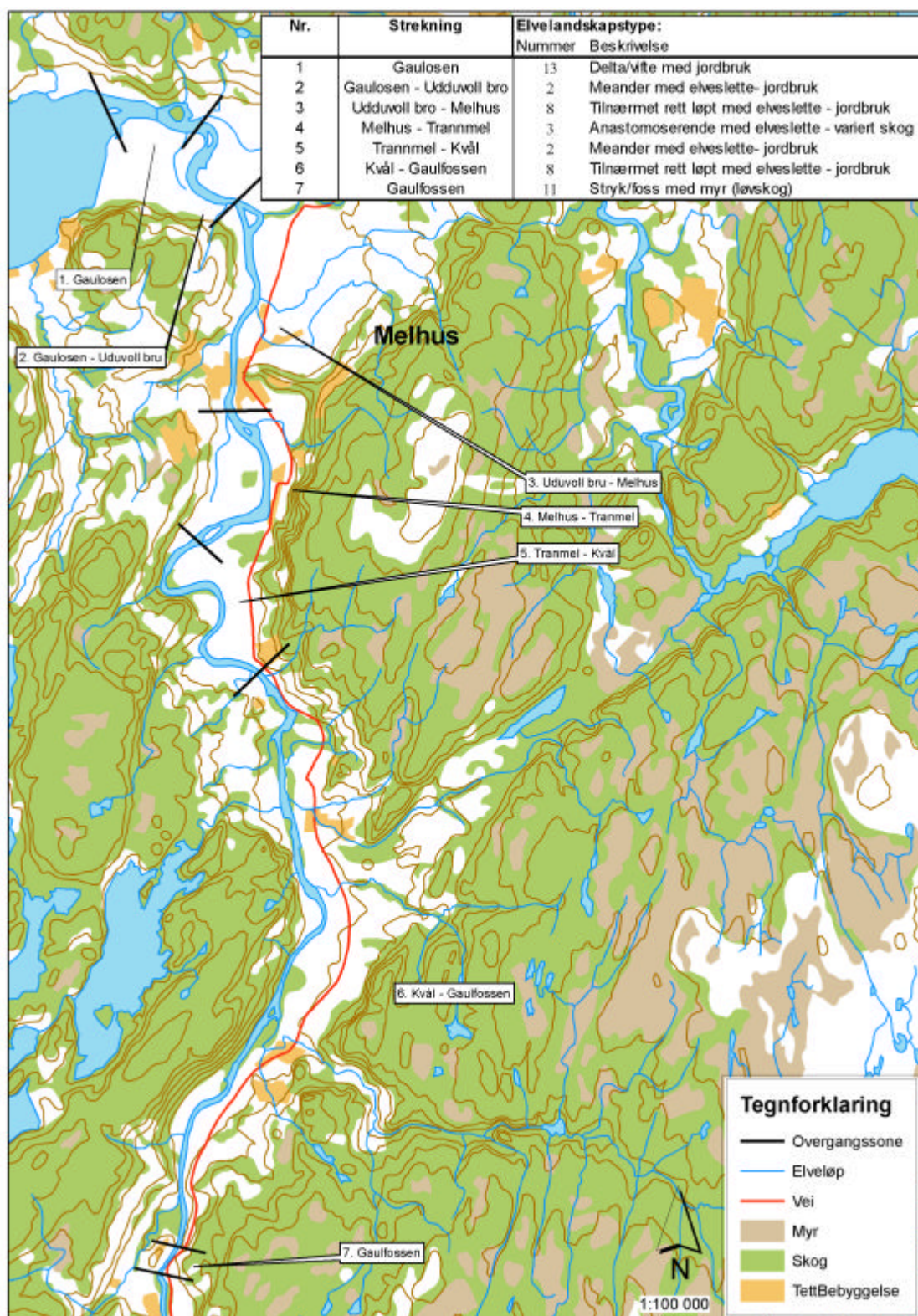
Fra klassifiseringen:		
3	1	Strekning
a	c	Bukkrønningen - Eafoss
a	e	Eafoss - Benda
a	i	Eafoss
a	i	Egga foss
a	i	Reitan Kraftverk
a	j	Egga foss - Bukkrønningen
a	j	Engan bro
a	j	Lunheim - Langletet
a	j	Reitan Kraftverk - Tverråvollen
a (e)	j	Moen - Egga foss
a, b	b	Gillset - Moen
a, b	e	Basmoen - Lunheim
a, b	e	Langletet - Gillset
a, b, f	b	Bones - Singsås
a, b, f	b	Singsås - Basmoen
a, b, f	d	Støren - Bones
a, f	d	Benda - Engan bro
b	i	Gaulfossen
b	i	Gunnvollen
b	j	Melen - Støren
b (e)	b	Bønsvollen
b (e)	d	Finnlandsvollan - Sjursfloan
b, e	d	Gjårdvollar
b, e	d	Håvollar
b, e	d	Jenåsvollar, Enhesvollar
b, e	i	Sjursfloan
b, e	i	Vollvollar
b, f	b	Melhus - Trannmel
e	a	Stømnvollen
f	a	Gaulosen - Udduvoll bro
f	a	Trannmel - Kvål
f	d	Gaulfossen - Melen
f	d	Kvål - Gaulfossen
f	l	Bones
f	l	Gaulosen
f	l	Singsås
f (g)	d	Udduvoll bro - Melhus
f (g)	l	Støren

Vedlegg

Vedlegg E. Tabell over registrerte elvelandskapstyper i Gaula. 1 og tre viser til planmønster og naturtyper fra klassifiseringssystemet. Tabellen er laget på grunnlag av data fra vedlegg A.

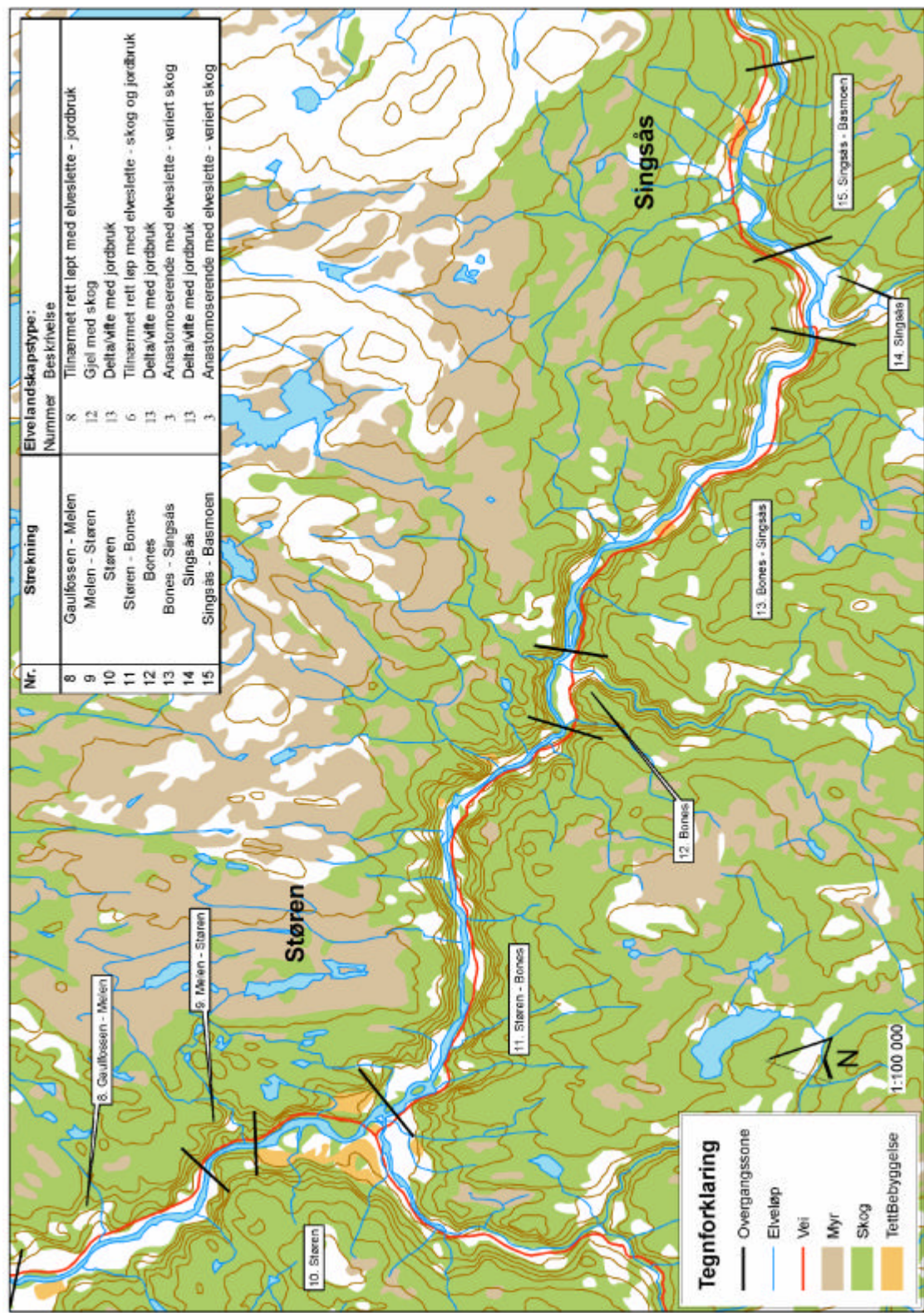
NR	Elvelandskapstype	1	3	Strekning
1	Meander i myr	a	e	Stømnvollen
2	Meander med elveslette- jordbruk	a a	f f	Trannmel - Kvål Gaulosen - Udduvoll bro
3	Anastomoserende med elveslette - variert skog	b b b b	a, b, f a, b, f a, b, f b, f	Gillset - Moen Bones - Singsås Singsås - Basmoen Melhus - Trannmel
4	Anastomoserende med elveslette - løvskog og myr	b	b (e)	Bønsvollen
5	Anastomoserende løp uten elveslette - skog	c	a	Bukkrønningen - Eafoss
6	Tilnærmet rett løp med elveslette - skog og jordbruk	d d	a, b, f a, f	Støren - Bones Benda - Engan bro
7	Tilnærmet rett løp med elveslette - myr og løvskog	d d d d	b (e) b, e b, e e	Finnlandsvollan - Sjursfloan Jenåsvollan, Enhesvollan Gjårdvollan Håvollan
8	Tilnærmet rett løpt med elveslette - jordbruk	d d d	f f f (g)	Kvål - Gaulfossen Gaulfossen - Melen Udduvoll bro - Melhus
9	Tilnærmet rett løp uten elveslette - skog	e e e	a a, b a, b	Eafoss - Benda Basmoen - Lunheim Langletet - Gillset
10	Stryk/foss - barskog	i i i	a a a	Eafoss Egga foss Reitan Kraftverk
11	Stryk/foss - myr (løvskog)	i i i i	b b, e b, e b, e	Gaulfossen Gunnnavollen Sjursfloan Vollvollan
12	Gjel - skog	j j j j j j	a a a a a (e) b	Lunheim - Langletet Egga foss - Bukkrønningen Engan bro Reitan Kraftverk - Tverråvollen Moen - Egga foss Melen - Støren
13	Delta/vifte - jordbruk	l l l l	f f f f (g)	Gaulosen Bones Singsås Støren

Vedlegg F. Kart over elvestrekninger og deres elvelandskapstype– Melhus.



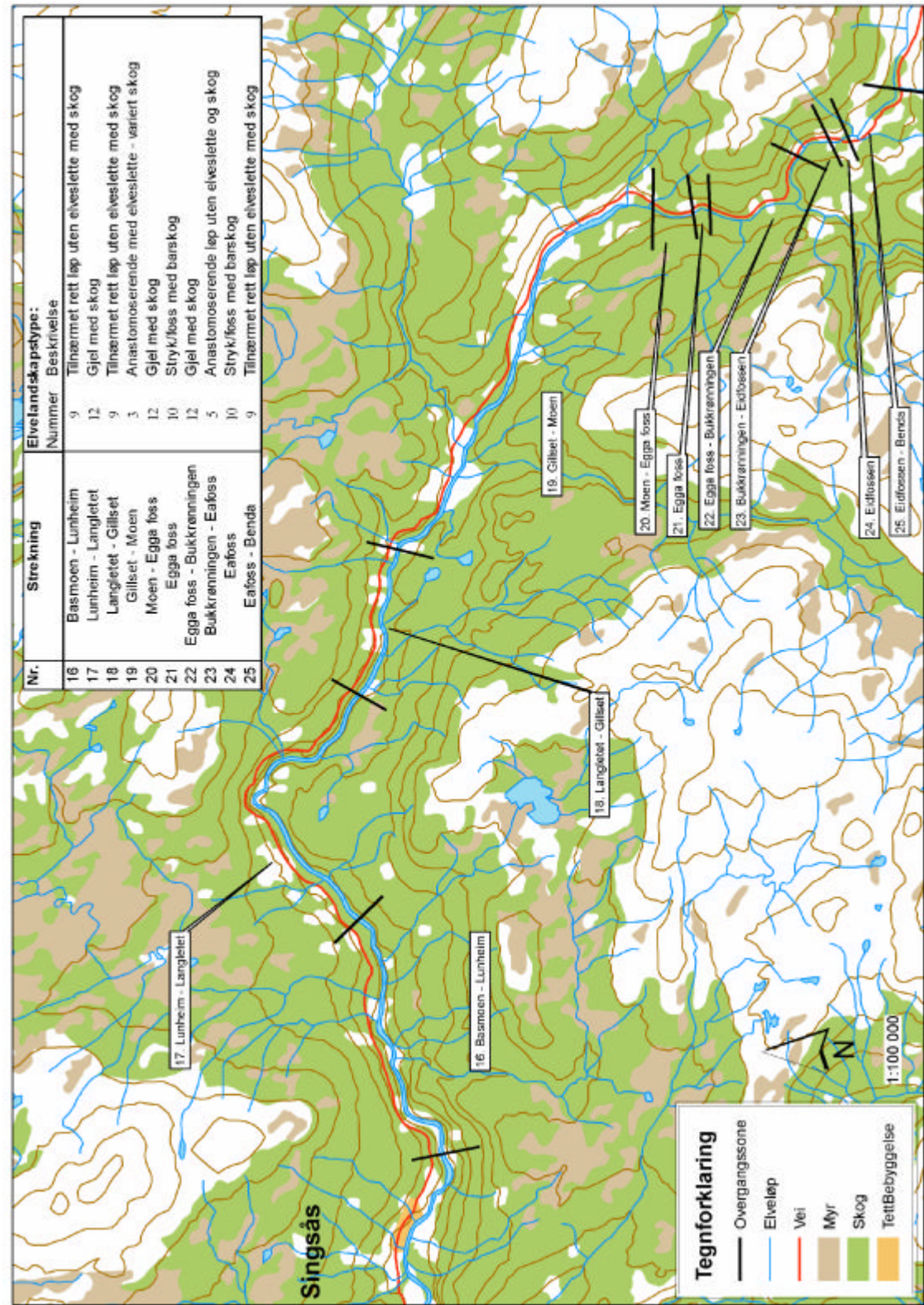
Stedsnavn er festet til kartet etter informasjon fra M711-kartserien for oversikt over strekningene. Tabellen viser til strekningenes elvelandskapstype.

Vedlegg G. Kart over elvestrekninger og deres elvelandskapstype– Støren.



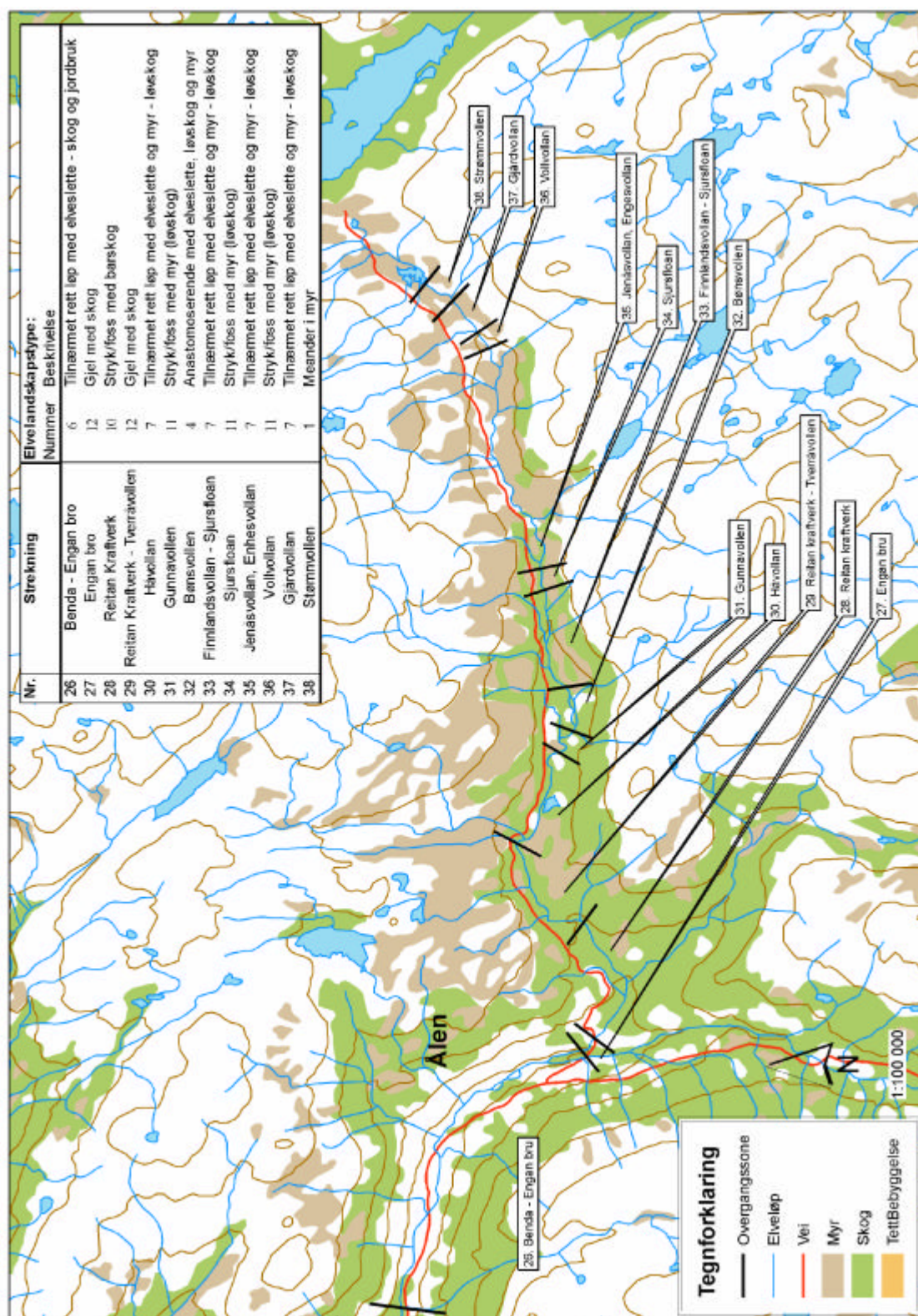
Stedsnavn er festet til kartet etter informasjon fra M711-kartserien for oversikt over strekningene. Tabellen viser til strekningenes elvelandskapstype.

Vedlegg H. Kart over elvestrekninger og deres elvelandskapstype – Singsås.



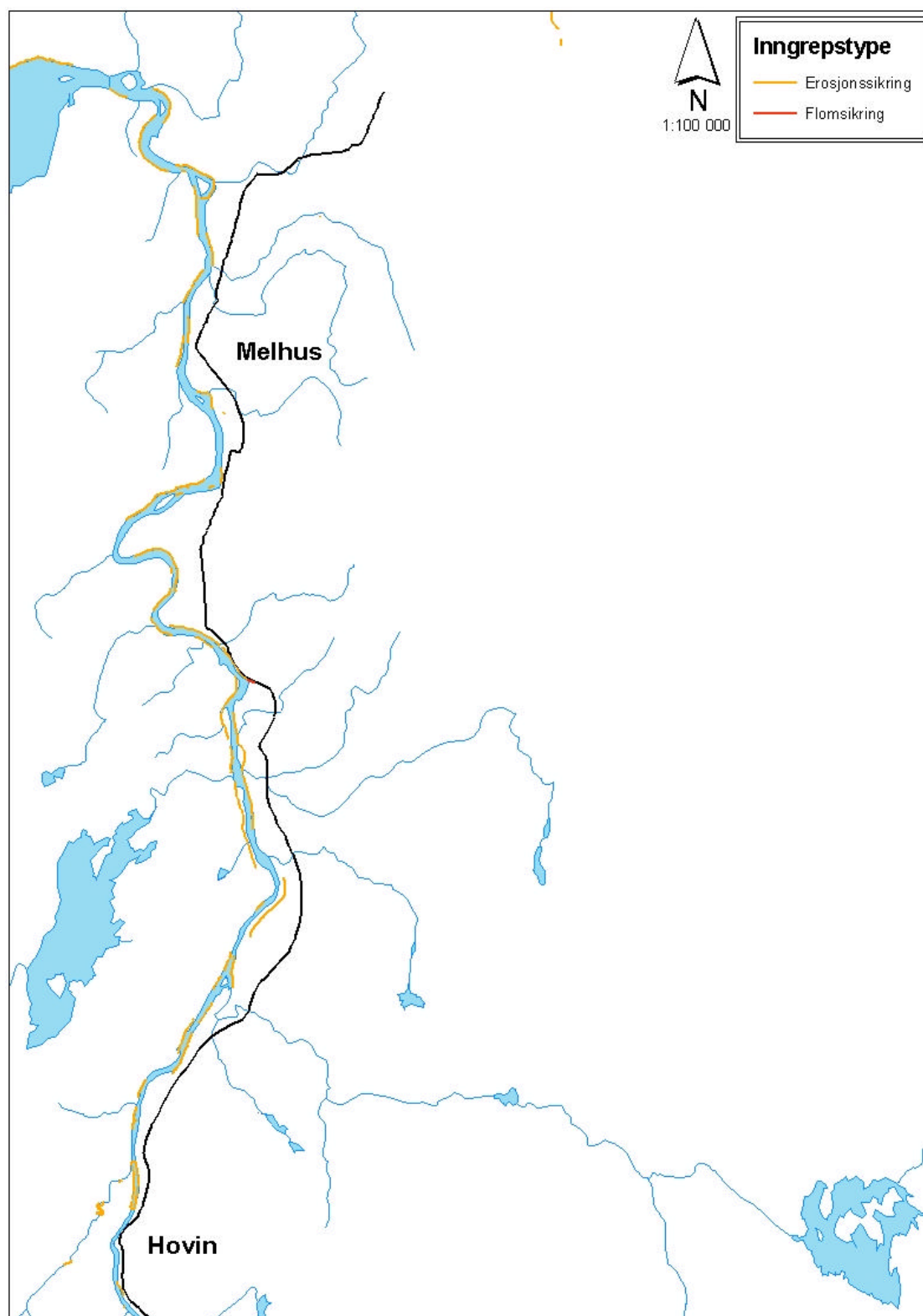
Stedsnavn er festet til kartet etter informasjon fra M711-kartserien for oversikt over strekningene. Tabellen viser til strekningenes elvelandskapstype.

Vedlegg I. Kart over elvestrekninger og deres elvelandskapstype – Ålen.

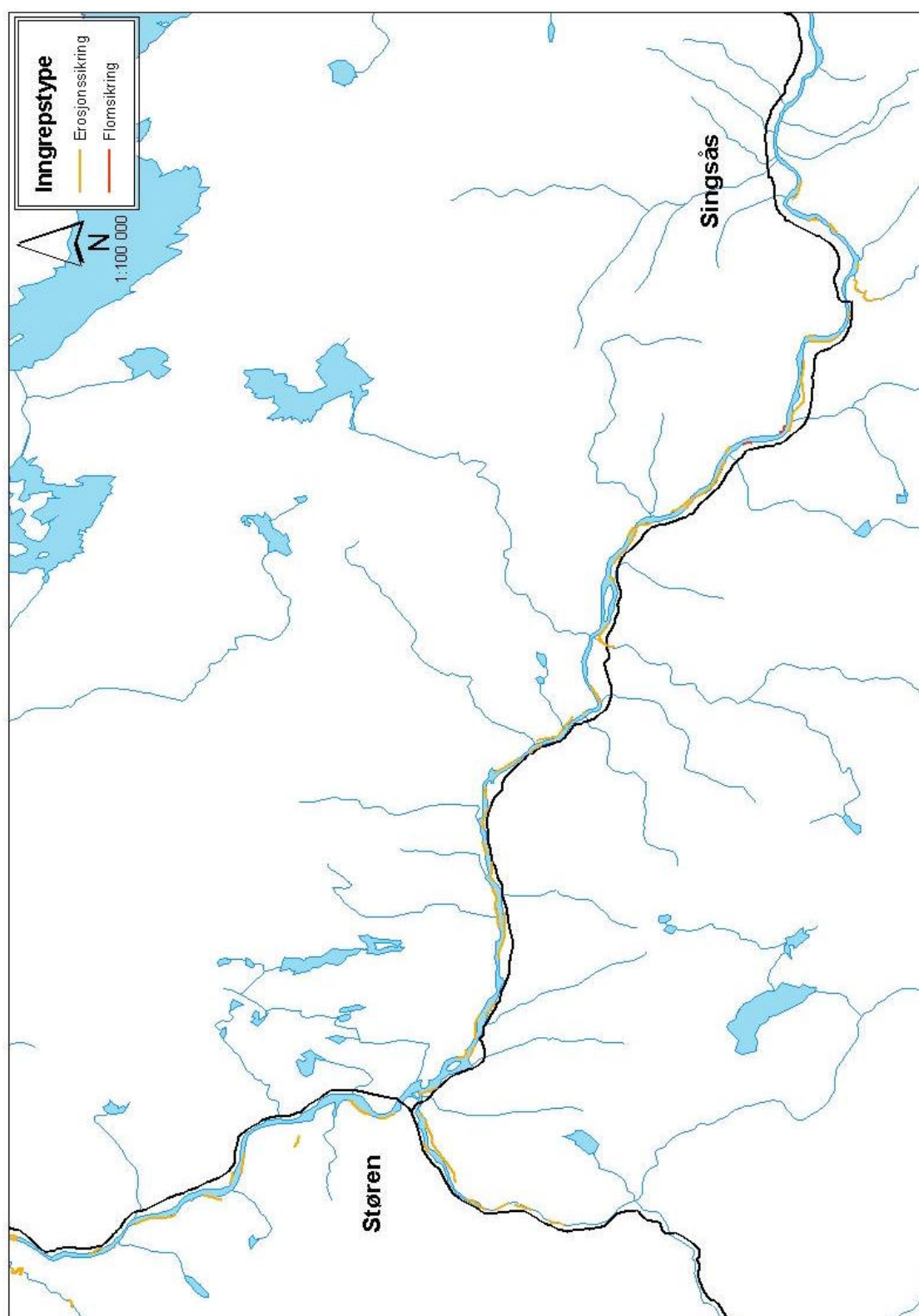


Stedsnavn er festet til kartet etter informasjon fra M711-kartserien for oversikt over strekningene. Tabellen viser til strekningenes elvelandskapstype.

Vedlegg J. Inngrep i Gaula registrert i NVE Atlas. Melhus – Hovin. Data fra NVE, region Midt-Norge.



Vedlegg K. Inngrep i Gaula registrert i NVE Atlas. Støren - Singsås. Data fra NVE, region Midt-Norge.



nr	Flomverk		Kanal		Forbygning		Dam	Kraftst	Mag	Inngrepsgrad	Lengde	100 m		
	indeks	ant	indeks	ant	indeks	ant					km			
1	4	2	3	1	3	1				3	2,6	0,12		
2					3	1				3	2,3	0,13		
3					11	4				11	5,0	0,22		
4					9	3				9	4,1	0,22		
5					4	1				11	4	15	6,0	0,25
6					12	4				27	9	39	14,8	0,26
7					0	0,9				0,00				
8					19	7				19	5,7	0,33		
9					0	1,5				0,00				
10					11	4				11	5,1	0,22		
11					26	9				26	9,7	0,27		
12					6	2				6	2,1	0,29		
13					21	9				28	10,2	0,27		
14					8	3				8	1,8	0,44		
15					5	2				5	12,0	0,42		
16					0	5,9				0,00				
17			0	0,00										
18			0	0,00										
19			0	0,00										
20			0	0,00										
21			0	0,00										
22			0	0,00										
23			0	0,00										
24			0	0,00										
25			0	0,00										
26			0	0,00										
27			0	0,00										
28			2	2	3	7				1,7	0,41			
29	0	0,00												
30	0	0,00												
31	0	0,00												
32	0	0,00												
33	0	0,00												
34	0	0,00												
35	0	0,00												
36	0	0,00												
37	0	0,00												
38	0	0,00												

Vedlegg

Vedlegg M. Analyse over inngrepsgrad inkludert vei og jernbane etter modell fra Voksø et al.

nr	Flomverk		Kanal		Forbygning		Kom.	Dam	Kraftst	Mag	Inngrep	Lengde
	indeks	Ant	indeks	Ant	indeks	Ant.	vei/ jernbane				grad	km
1					3	1	2				5	2,6
2					3	1	2				5	2,3
3					11	4	2				13	5
4					9	3	5				14	4,1
5			4	1	11	4	3				18	6
6			12	4	27	9	3				42	14,8
7							5				5	0,9
8					19	7					19	5,7
9							7				7	1,5
10					11	4	5				16	5,1
11					26	9	5				31	9,7
12					6	2	5				11	2,1
13	4	2	3	1	21	9	5				33	10,2
14					8	3	5				13	1,8
15					5	2	5				10	12
16							7				7	5,9
17							7				7	9,4
18							7				7	3,1
19							5				5	9,3
20							4				4	1,5
21							4				4	0,1
22							4				4	3,2
23							4				4	1
24							4				4	0,3
25							5				5	1,7
26							5				5	8,6
27							1				1	0,3
28							1	2	2	3	8	1,7
29							1				1	2,7
30							1				1	2,9
31							1				1	0,7
32							1				1	0,8
33							1				1	2,6
34							1				1	0,4
35							1				1	6,3
36							1				1	0,4
37							1				1	1,1
38							0				0	0,8

Strekninger med inngrepsgrad tilsvarende **ingen** og **liten** er markert med grå tone.

De samsvarer med strekningene i tabell 5.4.

Vedlegg N. Kart over inngrepsgrad. Melhus – Bones. Kartet er basert på resultatene etter inngrepsindikatorens modell.



Vedlegg O. Kart over inngrepsgrad. Bones – Ålen. Kartet er basert på resultatene etter inngrepsindikatorens modell.



Vedlegg P. Kart over inngrepsgrad. Ålen - Gaulhåen. Kartet er basert på resultatene etter inngrepsindikatorens modell.

